



Chemie für Laien.

Eine populäre Belehrung über

die Geheimnisse der Chemie,

deren Aufschlüsse über das innere Leben der Natur, sowie ihre Bedeutung und praktische Nutzung für das Leben.

Von

Dr. W. F. A. Zimmermann.

Siebenter Band.

Mit 101 Abbildungen.

Berlin, 1861.
Verlag von Gustav Hempel.

Inhalt des siebenten Bandes.

Die Metalle.

Seite

Kobalt.

Nickel.

Uran.

Zink.

Seite

Cadmium.

Arsen.

Antimon.

Wismuth.

Chrom.

Titan.

Mangan.

Molybdän.

Tantalitmetalle.

Vanadium oder Vanad.

Wolfram.

Cer. Lanthan. Didym.

trium. Terbium. Erbium.

boldes, entstand, und dem fleißigen Bergmanne an Stelle guten Erzes untergeschoben wurde.

Jetzt wissen wir es besser, jetzt hält man die beiden genannten Erze keineswegs für werthlos, obwohl das Kobaltmetall erst im Jahre 1733 durch den schwedischen Chemiker Brandt als ein eigenthümliches Metall erkannt wurde, womit jedoch nicht gesagt werden soll, daß es unmöglich sei, daß es schon früher bekannt gewesen. Dieses wenigstens unterliegt keinem Zweifel, daß schon im 15. Jahrhundert Kobalt zum Blaufärben von Glas gebraucht wurde, denn schon der oft citirte Basilius Valentinus führt das Kobalterz als zu diesem Beruf verwendet an, wiewohl auch dieses nur als ein sehr verwirrter Begriff auftritt, indem man Galmei, Zink und Wismutherze, überhaupt solche, aus denen man kein nützliches Metall zu ziehen wußte, mit diesem Namen bezeichnete, so wie auch der schwere Stein, den der Bergmann Blende nennt, nur deshalb diesen Namen hat, weil er, einem Erze ähnlich, den Bergmann täuscht, verblendet.

Später aber wurde der Name Kobalt auf diejenigen Erze zurückgeführt, welche das Glas blau färben, bis es, wie bereits gesagt, gelang, das wirkliche Metall daraus darzustellen.

Man hat lange nicht zu entscheiden gewußt, ob die alten Chemiker zur Zeit, da diese Kunst in Egypten blühte, und ob ihre unmittelbaren Nachkommen die Benutzung des Kobalts verstanden haben. Dieses ist gewiß, daß keiner der alten Schriftsteller, des Minerals als eines solchen erwähnt, das zur Bereitung blauen Glases angewendet würde, allein nicht nur wäre es trotz dessen wohl möglich, daß die Alten das Mineral gekannt hätten, es wäre im Gegentheil sogar zu verwundern, wenn welche darüber geschrieben hätten, denn Alles, was in damaliger Zeit an Kenntnissen bei der Priesterkaste vorhanden, war ein unverbrüchlich zu verwahrendes Geheimniß, und das Verrathen solches Geheimnisses wurde unnachsichtlich mit dem Tode bestraft. Ueberdies konnten die Alten sehr wohl das Kobalterz benutzt, aber dieses nicht mit einem uns bekannt gewordenen Namen belegt haben.

Wie so viele der wichtigsten Kenntnisse der Alten doch gänzlich vergessen worden und so vollständig untergegangen sind, daß man die ganze Sache verlor und Jahrtausende später die Erfindung wieder machen mußte, so konnte auch die Bereitung des lasurblauen Glases den Alten sehr wohl geläufig sein, ohne daß wir das Geringste von der Erfindung wissen, als die einfache Thatsache — sie haben solches Glas gehabt.

So steht es nun auch. Bei den Mumien findet man mancherlei Schmuck von Glas, kleine Gefäße, Urnen, welche mitunter auch von schö-

Die Metalle.

II.

Kobalt. Co.

Der größte Theil aller den vorgedachten Metallen folgenden Körper wurde in früheren Zeiten unter einem sehr verwirrten Gesammtbegriff zusammengefaßt, oder wurde gar nicht zu den Metallen gerechnet, wie z. B. das Arsen, welches man nur in einer Verbindung mit dem Sauerstoffgas als Arsenik und mit dem Schwefel als Opperment (Aurum pigmentum) kannte. Wir nennen dieses gleich den übrigen hier folgenden Körpern ein Metall, und kennen das Wort Halbmetalle nur noch in der Geschichte unserer Wissenschaft.

Das Kobaltmetall steht in erster Reihe unter denjenigen, welche man eigentlich gar nicht als Metalle erkannte, und schon der Name zeigt uns an, was die Bergleute davon hielten. Kobold ist in ihrer Sprache ein Erdgeist, ein Berggeist, ein launenhafter Dämon, welcher die Klüfte und Schluchten innerhalb der Berge und Gebirge bewohnt, sich sehr ungern in seiner Wohnung stören läßt und den Menschen, der es wagt, dieser seiner Abneigung entgegenzutreten, feindlich behandelt. Da der Bergmann nun aber seiner Pflicht gemäß in die geheimsten Gänge der Berge zu bringen sucht, da er den Berggeist in seiner Werkstatt aufsucht, so steht er demselben natürlich immer feindlich gegenüber, woraus wieder begreiflich wird, daß der Berggeist keine angenehmere Beschäftigung finden wird, als den Bergmann zu ärgern, zu necken und ihm zu schaden. Womit kann er aber dem wackeren Manne mehr schaden, als damit, daß er ihm etwas in die Hände spielt, was wie Erz aussieht, und doch keines ist, sondern nach Knoblauch riecht, und Gift giebt statt Metall.

Dies war die Bergmannsphilosophie, welche das Kobalterz als gänz-
auchbar betrachtete und sein Vorhandensein dem Kobolde zuschrieb
nach ihm benannte; es war ganz dasselbe mit dem völlig un-
[illegible], welches durch die Neckereien des Nickels, des Neck-

körnig, es wird vom Magnete angezogen und kann sel[
magnetisch gemacht werden, doch ist es bei Weitem ni[
für den Magnetismus als der Stahl, hält denselben [
fest und wird daher diesen nie aus seinem Besitzrecht [
specifische Gewicht des Kobalts ist 8,5, nach Rammelsb[
(8,957). Es schmilzt nur bei sehr hoher Temperatur, [
gegen die Einflüsse von Feuchtigkeit und Sauerstoff als [
sich jedoch bei längerer Einwirkung mit einem schwarzbr[
Zutritt der Luft stark erhitzt, geht es in Oxyd über. [
säure und Salzsäure lösen dasselbe zwar auf, jedoch ziem[
schneller geschieht es durch die Salpetersäure.

Verbindungen des Kobalts mit dem Sa[

Kobaltoxydul, CoO, enthält in 100 Theilen [
21 Sauerstoff. Wenn man zu der Auflösung eines K[
setzt, so entsteht ein blauer Niederschlag, welcher sich [
schnell in ein rosenrothes Pulver verwandelt, welches [
(CoO+HO) ist. Wenn man dieses erhitzt unter Auss[
erhält man das Kobaltoxydul als ein Pulver von grün[
Die mehrsten Sauerstoffsäuren verbinden sich mit dieser [
theilt ferner den Glasflüssen eine schöne blaue Farbe, wel[
eine sehr verbreitete Anwendung findet. Das Hydrat di[
Thonerdehydrat gemischt und erhitzt, giebt diejenige sch[
welche man nach ihrem Erfinder Thenardsblau nennt. [
mit Zinkoxyd vermischt, giebt eine schöne grüne Farbe, [
Namen Rinmannsgrün bekannt ist. Um sie zu gewinnen[
eisenfreie Zinkoxydlösung mit einer Kobaldoxydullösung, [
kohlensaures Natron, trocknet den Niederschlag und glüht [

Kobaltoxyd, Co_2O_3. In 100 Theilen sind 71 Kob[
stoff enthalten. Das Oxyd wird dargestellt, wenn man K[
sehr fein zerrieben in Wasser schwebend erhält und einen [
durch dieses Wasser führt. Die Flüssigkeit färbt sich [
verbindet sich ein Theil des Oxyduls mit dem Chlor, w[
Sauerstoff entläßt, der andere Theil des Oxyduls nimmt [
im Augenblick der Freiwerdung auf, damit eine höher[
bildend.

nem blauem Glase sind. Klaproth, einer der berühmtesten Chemiker aus dem Anfange unseres Jahrhunderts, hat solches Glas chemisch untersucht und keinen Kobalt darin gefunden. Er und Gmelin haben durch Versuche dargethan, daß es möglich sei, Glas durch Eisen blau zu färben, und der Letztere hat gleichfalls bestätigt, daß bei den antiken Glassachen keine Spur von Kobalt gefunden wird, er hat ferner auch dargethan, daß die Schmelzhütten am Harz bei der Bearbeitung von Eisen eine sehr schöne blaue Schlacke liefern und er erklärt es daher für wahrscheinlich, daß eine ähnliche Beobachtung schon zur Zeit der alten Egypter gemacht worden sei, und daß diese alsdann zu Versuchen über die Benutzung der Schlacken und über die Darstellung eines blauen Glases mittelst derselben geführt hätten; allein er vergißt ganz und gar, daß die Alten, wenn sie Versuche gemacht hätten, in Chemie und Physik viel weiter hätten fortgeschritten sein müssen, als wir sie finden, er vergißt, daß ihr Wissen gar keinen Zusammenhang hatte, daß sie niemals nach Gründen für etwas suchten, nie eine Methode verließen, um eine andere, bessere aufzusuchen, daß ihr ganzes Wissen ein hergebrachtes, ein überliefertes war, das wohl verloren gehen, aber sich nicht vervollkommnen konnte. Schlüsse, wie man sie ziehen kann, wenn man eine Erfindung der neuesten Zeit beurtheilt, lassen sich nicht anwenden auf die damalige Zeit.

Wenn nun so gründliche Männer wie Klaproth und Gmelin in antiken Gläsern keinen Kobalt fanden, so ist es wenigstens zweifelhaft, ob der blos überaus glückliche Davy wirklich Kobalt in antiken Glasstücken gefunden hat, denn dieser berühmte Mann ist es weit weniger wegen seiner feinen Analysen als wegen seiner kühnen, mitunter sich realisirenden Ideen.

Was wir mit Gewißheit von den alten Gläsern wissen, ist, daß sie Eisen- und Kupferoxyd enthalten, und so weit unsere Geschichte reicht, ist die Benutzung des Kobalterzes zum Blaufärben des Glases dem 16. Jahrhundert angehörig und sie ist durch Christoph Schürer, einen Glasmacher im Erzgebirge, in der ersten Hälfte jenes Jahrhunderts gemacht worden.

Es giebt verschiedene Erze des Kobalts und ihre Verschiedenheit rührt von den Beimengungen von Arsen, Schwefel oder Mangan her.

Speisskobalt oder Arsenkobalt, Co As, ist vorzugsweise in den Gängen der Urgebirge zu suchen und ist ein sehr häufiger Begleiter der Silber-, Kupfer- und Wismutherze, er kommt hauptsächlich in den Bergwerken Sachsens, Schneeberg, Annaberg und Freiberg, vor und ist im vorigen Jahrhundert dasjenige Mineral gewesen, mit welchem das kleine Kurfürstenthum Sachsen den großen König von Preußen in Schach hielt. Wenn derselbe irgend eine Zollbestimmung treffen wollte, welche die sächsischen Handels- und Gewerbs-Interessen unangenehm berührte, so sagte die

sächsische Regierung: „wir verbieten die Ausfuhr der Smalte" (welche aus Kobalterz bereitet wird), und da diese den preußischen Papierfabriken, Tapetenfabriken rc. unentbehrlich war, so mußte der große König den Leutchen nachgeben.

Jetzt würde dieses nicht mehr glücken, denn außerdem, daß man im künstlichen Ultramarin eine bei Weitem schönere und vermöge ihrer Ausgiebigkeit auch wohlfeilere Farbe hat, so ist doch dieses Erz auch nicht mehr das ausschließliche Eigenthum Sachsens, wie man früher glaubte. Es kommt vor in Thüringen (Saalfeld), in Böhmen (Joachimsthal), in Hessen, im Nassauischen (bei Ems), in Steyermark, in Spanien, in England, in Nordamerika.

Glanzkobalt, $CoAs, CoS_2$. Dies ist eine Verbindung des vorhin betrachteten Arsenkobalts mit zwiefachem Schwefelkobalt, es kommt in Schweden und Norwegen in großen Massen und in sehr schönen Krystallen, es kommt aber in geringeren Mengen auch in Schlesien, im Elsaß und im südlichen England vor. Es bildet röthlich weiße, metallglänzende, spröde, regelmäßige Krystalle, und unterscheidet sich von dem Arsenkobalt durch diese Farbe sowohl als durch sein geringeres spezifisches Gewicht. Es ist zwar schwerer als das erstgenannte zu schmelzen und zu reduziren, es liefert aber doch hauptsächlich das Kobaltmetall des Handels.

Erdkobalt ist eine Verbindung von Kobalt und Manganoxyd und Wasser, er findet sich vorzugsweise in Thüringen bei Saalfeld und bei Kahmsdorf als erdiges, traubiges, nierenförmiges Erz von bläulich schwarzer Farbe.

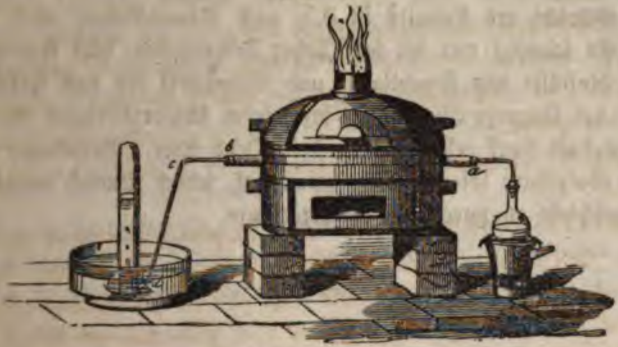
Kobaltkies ist von zinnweißer oder stahlgrauer Farbe, bisweilen bunt angelaufen, kommt in Schweden und in den Rheingegenden vor auf Gängen des Uebergangsgebirges. Er hat so viel Kobalt, daß, mit Flußmitteln erhitzt, der Reichthum dieses Metalles alle anderen in Schatten stellt.

Kobaltsblüthe ist ein wasserhaltiges, arsensaures Kobaltoxydul, kommt in pfirsichblüthenrothen Krystallen oder als erdiger Anflug vor. Sehr schön krystallisirt findet man dasselbe bei Schneeberg und Annaberg, ferner auch im Schwarzwald und bei Kahmsdorf in der Nähe von Erfurt.

Die Benutzung des Kobalterzes Behufs der Smaltegewinnung haben wir bereits im IV. Theile dieses Buches Seite 94 ff. beschrieben, es handelt sich hier also nur noch um Gewinnung des Metalles selbst und dieses wird aus einem Oxydulsalze desselben dargestellt, kann aber auch ganz einfach durch Reduktion eines Oxydes mittelst eines Wasserstoffgas-Stromes gewonnen werden. Für diesen Fall bedient man sich einer Porzellanröhre, welche mit dem Kobaltoxyde gefüllt und in einen Ofen gelegt wird, wie Figur 1159 zeigt. An das Ende a der Porzellanröhre wird ein Apparat

zur Entwickelung von Wasserstoffgas befestigt, an das Ende b derselben Röhre bringt man ein gebogenes Glasrohr bc, welches sehr brauchbar

Fig. 1159.



ist, um den Gang der Operation zu beobachten, aber keinesweges gerade nothwendig erscheint. Das Oxyd wird sehr bald in ein Metallpulver verwandelt, welches von schwarzer Farbe und so außerordentlich begierig nach dem eben verjagten Sauerstoff ist, daß es, an die freie Luft gebracht, sofort glühend wird, und wieder in seinen oxydirten Zustand zurückkehrt. Man kann diesem Uebelstande aber ausweichen, wenn man die Temperatur des Ofens so steigert, daß das Metall aus der Pulverform in die kleineren Kügelchen übergeht, da dieses jedoch erst bei der Schmelzhitze des Porzellans geschieht, so muß man die Röhre mit Thon beschlagen.

Man wird auf diese Weise immer nur geringe Mengen reduciren können, und wird sie auch schwerlich in einen zusammenhängenden Klumpen vereinigen, dieses ist jedoch leicht möglich, wenn man den Kobalt in Form einer Kohlenstoffverbindung darstellt. Man bringt das Kobaltoxyd mit Kohlenpulver verbunden, fest gestampft in einen Schmelztiegel, setzt dieses dem kräftigen Gebläse eines wohlgenährten Schmiedefeuers aus und erhält in verhältnißmäßig kurzer Zeit ein wohlgeschmolzenes Stück kohlenhaltigen Kobaltmetalles. Dasselbe ist grau und dem Gußeisen sehr ähnlich, ist kaum ein wenig hämmerbar und springt unter etwas stärkeren Schlägen in kleine Stücke.

Will man das Kobaltmetall rein haben, so muß man oxalsaures Kobaltoxydul bei Ausschluß der Luft in einem Schmelztiegel zu einer schwammigen Substanz reduciren und diese dann unter einer Decke von bleifreiem Glase zusammenschmelzen.

Das Metall hat eine röthlich weiße Farbe, es ist auch in reinem kohlenfreien Zustande sehr hart und spröde, wenig hämmerbar, im Bruche

körnig, es wird vom Magnete angezogen und kann selbst durch Streichen magnetisch gemacht werden, doch ist es bei Weitem nicht so empfänglich für den Magnetismus als der Stahl, hält denselben auch nicht so lange fest und wird daher diesen nie aus seinem Besitzrecht vertreiben. Das specifische Gewicht des Kobalts ist 8,5, nach Rammelsberg aber beinahe 9 (8,957). Es schmilzt nur bei sehr hoher Temperatur, hält sich viel besser gegen die Einflüsse von Feuchtigkeit und Sauerstoff als das Eisen, bedeckt sich jedoch bei längerer Einwirkung mit einem schwarzbraunen Rost. Unter Zutritt der Luft stark erhitzt, geht es in Oxyd über. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure lösen dasselbe zwar auf, jedoch ziemlich langsam, desto schneller geschieht es durch die Salpetersäure.

Verbindungen des Kobalts mit dem Sauerstoff.

Kobaltoxydul, CoO, enthält in 100 Theilen 79 Kobalt und 21 Sauerstoff. Wenn man zu der Auflösung eines Kobaltsalzes Alkali setzt, so entsteht ein blauer Niederschlag, welcher sich durch Kochen sehr schnell in ein rosenrothes Pulver verwandelt, welches das Oxydulhydrat (CoO+HO) ist. Wenn man dieses erhitzt unter Ausschluß der Luft, so erhält man das Kobaltoxydul als ein Pulver von grünlich-grauer Farbe. Die mehrsten Sauerstoffsäuren verbinden sich mit diesem Oxydul, es ertheilt ferner den Glasflüssen eine schöne blaue Farbe, welche in der Technik eine sehr verbreitete Anwendung findet. Das Hydrat dieses Oxyduls, mit Thonerdehydrat gemischt und erhitzt, giebt diejenige schöne blaue Farbe, welche man nach ihrem Erfinder Thenardsblau nennt. Dasselbe Oxydul, mit Zinkoxyd vermischt, giebt eine schöne grüne Farbe, welche unter dem Namen Rinmannsgrün bekannt ist. Um sie zu gewinnen, mischt man eine eisenfreie Zinkoxydlösung mit einer Kobaldoxydullösung, fällt dieselbe durch kohlensaures Natron, trocknet den Niederschlag und glüht ihn aus.

Kobaltoxyd, Co_2O_3. In 100 Theilen sind 71 Kobalt und 29 Sauerstoff enthalten. Das Oxyd wird dargestellt, wenn man Kobaltoxydulhydrat sehr fein zerrieben in Wasser schwebend erhält und einen Strom von Chlor durch dieses Wasser führt. Die Flüssigkeit färbt sich rosenroth und es verbindet sich ein Theil des Oxyduls mit dem Chlor, während es seinen Sauerstoff entläßt, der andere Theil des Oxyduls nimmt diesen Sauerstoff im Augenblick der Freiwerdung auf, damit eine höhere Oxydationsstufe bildend.

Man kann dasselbe auch darstellen, wenn man salpetersaures Kobaltoxydul schmilzt, es scheiden sich dabei rothe Dämpfe von salpetriger Säure ab, schwarzgraue Körner sinken zu Boden und wie sich die Masse durch Verjagung der Säure verbindet, so entsteht ein stahlgrauer Klumpen von Kobaltoxyd, derselbe enthält jedoch noch immer Salpetersäure und hält dieselbe so energisch fest, daß, um sie zu verjagen, man das Oxyd zu Pulver verreiben und in einem Porzellanschmelztiegel so lange glühen muß, bis sich keine Spur von rothen Dämpfen mehr zeigt.

So wie sich das Oxydul sehr leicht mit Säuren zu Salzen verbindet, so wenig thut dieses das Kobaltoxyd, es wird nämlich von allen Säuren, die Essigsäure allein ausgenommen, zersetzt.

Kobaltoxyduloxyd. Es sind zwei Verbindungen dieser beiden Oxyde vorhanden, sie haben jedoch nur einen wissenschaftlichen und keinen technischen Werth, darum wir dieselben hier nicht weiter berühren wollen.

Verbindungen des Kobalts mit Schwefel, Selén u. s. w.

Der Kobalt verbindet sich mit dem Schwefel in drei verschiedenen Stufen.

Kobaltsulphuret, CoS, in 100 Theilen 65 Kobalt und 35 Schwefel. Diese Verbindung wird durch Zusammenschmelzen vom Schwefel und Kobalt erhalten. Es bildet eine graugelbe krystallinische, metallglänzende Masse.

Kobaltsesquisulphuret, Co_2S_3, enthält in 100 Theilen 55 Kobalt und 45 Schwefel, findet sich in der Natur als Kobaltkies, in der Krystallform des Octaëders oder eines Würfels mit Octaëderflächen, es ist stahlgrau von Farbe.

Kobaltbisulphuret, CoS_2, kommt in der Natur vor in demjenigen Erzen, welches wir oben als Glanzkobalt angeführt haben, es ist darin mit Arsenkobalt verbunden, es kann künstlich erzeugt werden, wenn man Kobaltoxydul mit seinem dreifachen Gewicht Schwefel in eine Retorte bringt und darin so lange erhitzt, bis der überflüssige Schwefel durch Destillation verjagt worden ist. Man muß jedoch dabei vorsichtig verfahren und es vermeiden, daß die Retorte glühend wird. Geschieht nämlich dieses, so entweicht noch ein Theil Schwefel und es bleibt das einfache Sulphuret zurück. Das Bissulphuret erscheint als ein schwarzes, glanzloses Pulver, es leistet den Säuren so sehr Widerstand, daß es nur von Königswasser oder von sehr concentrirter Salpetersäure aufgelöst wird.

Selenkobalt wird wie die erste Schwefelungsstufe des Kobalts dadurch erzeugt, daß man das Metall mit Selen zusammenschmilzt, es ist ein dunkelgraues metallisch glänzendes Pulver.

Phosphorkobalt wird erzeugt, wenn man auf glühenden Kobalt etwas Phosphor wirft. Da diese Operation aber sehr unsicher ist, so bringt man lieber 16 Theile Kobalt mit 16 Theilen Phosphorsäure und einem Theile Kohlenpulver zusammengemengt in einen Schmelztiegel, in welchem man dieses Gemenge bis zum Glühen erhitzt. Es bildet sich eine geschmolzene weiße Masse von sehr sprödem, phosphorhaltigem Kobalt.

Verbindungen des Kobalts mit den Halogenen.

Mit allen Salzbildungen entstehen verschiedene Salze des Kobalts, welche für den Chemiker von einem ganz ungewöhnlichen Interesse sind, wir wollen jedoch nur einer Chlorverbindung gedenken, welche auch ein technisches, wenn schon nur ein vorübergehendes Interesse hat.

Das Kobaltchlorür, Co Cl, enthält in 100 Theilen 45 Kobalt und 55 Chlor. Es wird dargestellt, wenn man das Hydrat des Kobaltoxyduls in verdünnter Salzsäure auflöst. Die Flüssigkeit ist von rosenrother Farbe und sie giebt bei vorsichtigem Abdampfen und bei geringer Wärme schöne rothe Krystalle von wasserhaltigem Kobaltchlorür. Dampft man die Flüssigkeit rasch und stark ein, so verschwindet die rothe Färbung und geht in eine blaue über und kann alsdann blaue Krystalle von wasserfreiem Chlorür liefern. Verdampft man die Lösung bis zur Trockenheit, so bleibt eine blaugefärbte schwammige Masse übrig. Wenn man diese Masse in einem Strom von Chlorgas erhitzt, so kann dieselbe sublimirt werden, es entstehen dann flitterähnliche Krystallblättchen von bläulicher Farbe, welche schwer in Wasser löslich sind, sie nehmen aber an der Luft Feuchtigkeit auf, verlieren ihre blaue Farbe, werden rosenroth und lösen sich dann ganz leicht in Wasser. Die durch langsame Verdunstung der Lösung enthaltenen rothen Krystalle lösen sich gleichfalls ganz leicht.

Dieses Chlorür wird benutzt, um eine sogenannte sympathetische Dinte darzustellen. Wenn man mit einer verdünnten Auflösung derselben auf Papier schreibt, so ist die Schrift beinahe gar nicht zu sehen, weil sie nur blaß rosenroth ist, ja es verschwindet mit dem Trocknen sogar die letzte Spur. Setzt man aber das Trocknen durch starkes Erwärmen fort, so

verjagt man das Hydratwasser und dann erscheint die Schrift mit der schönen blauen Farbe des wasserfreien Kobaltchlorürs. Sobald aber die hohe Temperatur nachläßt, nimmt die sehr nach dem Wasser begierige Substanz der Schrift wieder Feuchtigkeit aus der Luft an, und verschwindet damit in dem blaßen rosenrothen Schein.

In früheren Zeiten, wo die Chemie überhaupt ein Geheimniß und nur im Besitz weniger auserwählter Menschen war, wurde mit dergleichen Kunststücken manches Wunder gemacht. Die sympathetischen Dinten selbst galten für halbe Wunder, wurden von den Diplomaten für die geheim zu haltenden Depeschen und wurden auch wohl von jungen Schwärmern zu Liebesbriefen benutzt. Jetzt ist man freilich über alle diese Dinge hinaus, die Romantik ist aus dem Jugendleben der Menschen verschwunden und die Diplomaten haben bessere Mittel, sich insgeheim mit einander zu unterhalten. Aber zu einer ganz hübschen Spielerei, welche wohl früher einmal als Wunder angestaunt worden sein mag, giebt das Kobaltchlorür Anlaß. Wenn dasselbe nämlich nicht vollkommen rein, sondern wenn Eisen oder Nickel darin gegenwärtig ist, so wird die damit gemachte Schrift nicht blau, sondern gün; nun läßt sich auf weißem Papier mit sehr echter chinesischer Tusche sehr wohl die Zeichnung einer Winterlandschaft entwerfen, man schmückt dabei die etwaigen Staffagen an Personen, Thieren, Häusern mit ihren gewöhnlichen Farben aus, wenn man nun aber den Boden der Landschaft und die Bäume in ihren Kronen mit der Auflösung eines eisen- oder nickelhaltigen Kobaltchlorürs ausmalt — was der Winterlandschaft nicht den geringsten Eintrag thut — so wird doch diese Landschaft zur Frühlings- oder Sommerlandschaft, sobald man sie erwärmt, es tritt das Gras, das Laub der Bäume ꝛc. in lebhaftem Grün hervor, aber freilich ist nicht viel Schatten und Licht daran zu unterscheiden, denn die Färbung ist ganz gleichmäßig.

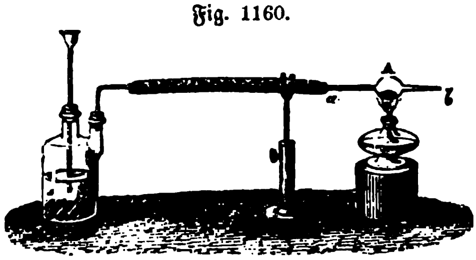
Untersuchung der Kobalterze.

Um die Kobalterze zu untersuchen, sind viele verschiedene Methoden angegeben, wir wollen hier nur anführen, auf welche Weise es gelingt, die Beimengungen von anderen Metallen zum Kobalt zu bestimmen.

Man untersucht den Kobalt fast immer nur im Zustande der Oxydation oder als kompaktes Metall. Gewöhnlich wird der Kobalt aus sei-

nen Auflösungen durch kaustisches Kali gefällt, man wäscht den Niederschlag mit siedendem Wasser aus, bringt ihn in ein Platinkesselchen und giebt ihm eine starke Rothglühhitze, wodurch das Kobaltoxyd in den Zustand des Oxyduls übergeht, da jedoch die Hitze einer Weingeistlampe die Reduktion nicht vollständig bewerkstelligt, so findet sich immer noch etwas Kobalt im Zustande des Oxydes darunter. Man pflegt daher einen sicheren Weg einzuschlagen, den bereits oben angedeuteten der Reduktion durch Wasserstoffgas. In eine Glaskugel, welche nach zwei entgegengesetzten Seiten zu einer Röhre ausgezogen ist, Aab, bringt man das zu untersuchende, aus der Lösung niedergeschlagene Pulver. Das eine Ende dieser Röhre a ist mit einer Glasröhre von stärkerem Durchmesser, welche Chlorkalciumbröckel enthält, verbunden, am anderen Ende derselben Röhre befindet sich ein Gasentwickelungsapparat, durch welchen die nöthige Quantität Wasserstoffgas hergegeben wird. Unter der Kugel mit dem Metallpräparat steht eine Weingeistlampe, wenn die Kugel in leichte Glühhitze versetzt worden ist, läßt man den Gasstrom, welcher durch den Kalk seiner Feuchtigkeit beraubt worden, wirken, und sogleich tritt auch die reducirende Thätigkeit desselben ein. Auf diese Weise wird das Kobaltoxyd zu metallischem Kobalt reducirt, dessen Gewicht man nunmehr bestimmen kann. Hat die Flüssigkeit aber Ammoniaksalze enthalten, so muß man einen Ueberschuß von Kali zusetzen und sie dann bis zur Trockenheit abdampfen, wodurch das Ammoniak verjagt wird. Man trennt das Kobaltmetall von den alkalinischen Metallen durch ein Sulfhydrat von Ammoniak, welches den Kobalt allein als Schwefelmetall niederschlägt. Das Ammoniak ist für den Fall, daß Magnesium mit dem Kobalt gemischt sein sollte, ganz besonders wichtig, denn ohne Gegenwart des Ammoniaks würde das Magnesium sich mit dem Kobaltmetalle niederschlagen.

Fig. 1160.



Die Scheidung von dem Aluminium geschieht ganz leicht durch kaustisches Kali, welches dieses Metall auflöst und Kobalt oxydirt niederschlägt, dagegen ist eine vollständige Trennung des Kobalts von dem Manganmetall sehr schwierig. Die beste Art, die Trennung zu bewerkstelligen, scheint noch diese zu sein, daß man die beiden Oxyde (den Niederschlag aus d Auflösung, welcher außer dem Kobaltoxyd auch noch das Mangan in oxydirtem Zustande enthält) in ein Porzellanrohr einschließt, und währe

dieselben sich darin in dunkler Rothglühhitze befinden, einen Strom von Schwefelwasserstoffgas darüber hinwegstreichen läßt.

Es entstehen dadurch Schwefelungen der beiden Metalle, welche man nunmehr sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure bei einer niedrigen Temperatur übergiebt. Diese löst nur das geschwefelte Mangan und läßt das geschwefelte Kobalt zurück, welches leicht zu reduciren ist.

Muthmaßt man Eisen bei dem Kobalt, so führt man dasselbe noch innerhalb der Flüssigkeit durch Zusatz von einer kräftigen Säure, welche das Kobaltmetall nicht angreift, zur höchsten Stufe der Oxydation, setzt alsdann Ammoniaksalz hinzu, jedoch nur in solcher Menge, daß das Kobaltmetall nicht mit niedergeschlagen wird, in diesem Falle wird nur das Eisenoxyd ausgeschieden, und die klargewordene Flüssigkeit enthält das reine Kobaltmetall im oxydirten Zustande, welches durch schwefelsaures Ammoniak ausgeschieden werden kann.

Nickel. Ni.

Eine sonderbare Verwechselung zwischen dem äußeren Schein und dem innern Gehalt hat dem röthlichen Nickelerz, welches keine Spuren Kupfer enthält, den Namen Kupfernickel gegeben, und da man sich nun ganz vergeblich bemühte, aus diesem Erz (welches auch darin seinen Kupfergehalt deutlich zeigte, daß eine Auflösung desselben in Salpetersäure grüne Farbe hat), Kupfer darzustellen, so war es auch ein Gegenstand der Neckereien des Berggeistes. Allein dieser Kupfernickel enthält nicht eine Spur von Kupfer, sondern er ist eine Verbindung von Nickel und Arsenik. Der schwedische Chemiker Cronstedt war der erste, welcher entschieden erklärte, es liege hier ein neues Metall vor, ein Halbmetall, welches er in Beziehung auf das Erz Nickel nennen wolle. Er wies auch nach, daß in der sogenannten Speisse, welche bei der Bereitung der Smalte sich in dem Hafen absetze, eine große Menge Nickel enthalten sei, und daß dieses kein verbrannter Kobalt wäre, welcher seine Seele verloren habe, wie man sich damals auszudrücken pflegte, er wies nach, daß im Kupfernickel keine Spur von Kupfer enthalten sei, sondern daß er das Erz eines eigenthümlichen Metalles wäre, ja er wies schon damals nach (wodurch jetzt das Nickel-

metall einen so hohen Grad von Wichtigkeit erlangt hat), daß Nickel mit Kupfer zusammengeschmolzen ein weißes, hartes Metall gäbe. Wir kennen dasselbe jetzt unter dem Namen Neusilber.

Bald darauf wurde auch durch Engeström gefunden, daß die in China für Anfertigung metallischer Geräthschaften gebräuchliche Legirung, welche den Namen Pack-Fong führe, aus Kupfer, Nickel und Zink bestehe.

Die hauptsächlichsten Nickelerze sind folgende:

Kupfernickel, welches auch Rothnickelkies oder auch Arsennickel heißt, Ni_2As, ist niemals eine Verbindung lediglich von Nickel und Arsenik, sondern enthält immer etwas Kobalt oder Eisen, ist auch durch Antimon oder Schwefel verunreinigt, es findet sich meistens auf Gängen im Granit, oder im krystallinischen Schiefergebirge, ist von hellkupferrother Farbe, erscheint gewöhnlich derb, doch mitunter auch in rhombischen Säulen krystallisirt. Man findet dieses Erz sowohl als viele der später zu nennenden im Harz, in Schlesien, im Erzgebirge, in Böhmen, in Thüringen, in Baden, in Ungarn, ferner auch im südlichen Frankreich und in den Pyrenäen.

Nickel-Antimon, Ni_2Sb, ist gleichfalls hellkupferroth, ist spröde und hat einen unebenen Bruch, kommt auch krystallisirt in sechsseitigen Säulen vor. Dieses Erz findet sich nur in geringen Mengen im Harz zu Andreasberg und zu Clausthal. Es enthält übrigens beträchtlich mehr Antimon als Nickel, oft mehr als das Doppelte.

Weißnickelkies NiAs. Dieses Mineral enthält doppelt so viel Arsen, als das unter dem Namen Kupfernickel bekannte Erz, es enthält aber gewöhnlich gleich jenem etwas Antimon. Es ist, wie schon sein Name sagt, weiß von Farbe, läuft aber an der Luft grau und bald sogar schwarz an. Es ist auf dem Bruch uneben, kommt meist in derben Massen vor und zeigt sich nur sehr selten krystallisirt, in diesem Falle in Form des Würfels oder einer davon zunächst abgeleiteten Gestalt, dieses Mineral ist gewöhnlich ein Begleiter des Kupfernickels.

Nickelkies oder Haarkies, NiS, findet sich nur in geringen Mengen, erscheint in Sachsen, in Böhmen, im Harz und in Süd-England, krystallisirt in büschelförmig zusammengewachsenen Nadeln, ist von Farbe messinggelb und metallglänzend.

Nickelspießglanzerz. $NiS_2, NiSb$ oder $NiS_2, NiAs$, d. h. es enthält im ersten Falle Nickelschwefel und Nickelspießglanz, im anderen Falle Nickelschwefel und Nickelarsen, es giebt auch Fälle, in denen beide Verbindungen bei einander sind.

Arsennickelglanz hat die Formel des vorigen Minerals $NiS_2 + NiAs$. Es hat eine bleigraue, stahlgraue und noch viel hellere, beinahe zinnweiße Farbe, ist sehr spröde, krystallisirt gewöhnlich in Octaëdern, es

kommt an den vorhin genannten Orten, außerdem aber auch in Schweden, in Spanien, in Brasilien, in Nordamerika vor.

In neuesten Zeiten hat man sowohl in Nord- als in Südamerika ungeheure Massen von Nickelerzen entdeckt, eine der wichtigsten Ablagerungen desselben findet sich in den sogenannten Cap-Mins der Grafschaft Lancaster, in dem Staate Pensilvanien. Dieses Erz ist Schwefelnickel, von einem ungeheuren Reichthum an Metall, es enthält nur wenig Kupfer und nur Spuren von Kobalt. Die trefflichen Eigenschaften dieses Metalls haben Veranlassung gegeben, dasselbe in den Münzwerkstätten der vereinigten Staaten zu Scheidemünzen zu verarbeiten. Diese eine Grube soll bereits an 200,000 Tons (à 2000 Pfund) geliefert haben. Der Reichthum derselben scheint ganz enorm groß zu sein, gegenwärtig verkauft man jährlich 4000 Tons davon, doch bei vermehrter Förderung kann unzweifelhaft die Produktion auf das Zehnfache und darüber gesteigert werden. Man hält diese Gruben für die reichsten der Erde. Alle unsere Neusilberfabriken beziehen ihr Nickelmetall von dort her, doch muß es hier geläutert werden, denn es enthält immer große Mengen von Arsenik. Bei Lüttich aber, in Val-benoit, besteht eine Nickelfabrik, welche sehr reines Metall liefert.

Die Produktion von Peru ist noch nicht gehörig bekannt, dort wohnt noch kein industrielles Volk, welches vermöchte die Schätze seines Bodens gehörig zu würdigen und auszubeuten.

Da unsere Nickelerze weder häufig vorkommen, noch sehr reich sind, so hat man seit der Zeit, da das Nickelmetall einen praktischen Werth erhalten, begonnen, dasselbe aus den Nebenprodukten zu ziehen, welche bei der Smaltebereitung von den Kobalterzen abfallen. Eins der reichhaltigsten Produkte dieser Art ist die Kobaltspeisse oder Nickelspeisse (gewöhnlich $Ni_3 As$). Sie ist in der Regel durch Arsen und Schwefelverbindungen von Eisen und Kupfer verunreinigt und wurde sonst als etwas Werthloses verworfen, es sei denn, daß man dieselbe auf Gewinnung von Arsenik hätte benutzen wollen.

Indem wir des Näheren wegen auf den Artikel Smalte zurückweisen, wollen wir hier nur in Erinnerung bringen, daß die Speisse dadurch entsteht, daß die unvollständig gerösteten Kobalterze unter Zusatz von Kieselsäure und irgend einem Alkali verschmolzen werden, wodurch das Kobaltoxyd mit dem kieselsauren Kali eine Schlacke, das schöne werthvolle blaue Glas bildet, welches man in Pulverform Smalte nennt.

Das Nickelmetall verbindet sich hierbei mit dem Arsen, und bildet die sogenannte Nickelspeisse.

Es handelt sich nun hier vorzugsweise darum, den Prozeß regelmäßig zu leiten, damit weder Kobalt in die Speisse (ein Verlust), noch Nickel in Smalte (eine Verunzierung derselben, indem die Schönheit der Farbe ver-

dorben wird) gelangt. Man leitet mithin die Operation nicht nur so, daß kein Nickel in dem Röstgut zurückbleibt, sondern daß die Abtreibearbeit so weit geht, daß sogar etwas Kobalt sich in die Speisse verirrt. Dies ist der Grund, warum die sogenannte Nickelspeisse jeder Zeit etwas Kobalt enthält.

Aber auch bei der Bleigewinnung und bei der Kupfergewinnung erhält man ein Nebenprodukt, worin Nickel mit Arsenik oder Nickel mit Antimon verbunden ist. Am mehrsten verwerthet werden indessen nur die Nickelspeissen, welche von der Smaltebereitung abfallen.

Verarbeitung der Nickelerze.

Das Erz, aus welchem Nickel gewonnen werden soll, wird in der überall bekannten Weise in Haufen geröstet, dann in kleine Stücke zerschlagen, was noch nicht zerfallen ist, hierauf mit Quarz, Lehm und Kalk zusammengeschmolzen. Es sondern sich hier zwei Schichten von einander, die Schlacke und der sogenannte Stein, welcher letztere das Nickelmetall, demnächst aber auch das vorhandene Kupfer und Kobaltmetall enthält. Weit entfernt aber, daß hier eine wirklich metallische Masse vorhanden wäre, ist im Gegentheil dieser sogenannte Stein nur metallreicher, als das eigentliche Erz, es ist eine Concentration des Erzes, mehr Metall und weniger Vererzungsmittel, als im ursprünglichen Erze vorhanden waren. Der Stein wird zerschlagen, von Neuem geröstet und auf dieselbe Weise behandelt wie vorhin, um einen neuen Stein zu erhalten, und dieser wird abermals geröstet und zerschlagen mit einem ähnlichen Zuschlag wie vorhin, zum dritten Male verschmolzen, bis man endlich einen sogenannten Concentrationsstein erhält, welcher gegen 35 Prozent Nickel, 26 Prozent Eisen, 26 Prozent Kupfer, 11 bis 12 Theile Schwefel und wohl noch ½ Prozent Kobalt enthält. Bei einem neuen Zusammenschmelzen mit Coaks wird das Eisen gänzlich verbrannt und durch die Verjagung desselben, und eines Theils des Schwefels der Stein so reducirt, daß sein Nickelgehalt nunmehr auf 60 Prozent steigt.

Dies ist ungefähr der Weg, den alle Hütten, welche sich mit Gewinnung des Nickels beschäftigen, einschlagen. Es handelt sich jetzt nur noch um die Trennung desselben von den andern Metallen. Da diese aber, meist Kupfer und Kobalt, bei der Darstellung von Neusilber, wozu man

doch vorzugsweise das Nickelmetall benutzt, nicht schädlich sind, so pflegt man es mit der Abscheidung derselben nicht gar zu genau zu nehmen. Man sucht nur Arsen und Schwefel ganz zu entfernen und das Nickelmetall möglichst zu concentriren, deshalb pflegt man den zuletzt gewonnenen reichhaltigen Nickelstein zu zerkleinern, zu pochen und im Flammenofen stark zu rösten, wobei man sich nicht mit der Wirkung derjenigen Gase begnügt, welche durch das Brennmaterial über das Röstgut geführt werden, sondern auch noch eine Schicht Hobelspäne oder Steinkohlengrus auf das gepulverte Erz bringt, um durch die Erzeugung der Kohlenwasserstoffgase die Arsensäure zu reduciren und das so neu gebildete Nickelarsen durch länger anhaltende Röstung von dem größten Theile des Arsens zu befreien. Es werden ferner hierbei sämmtliche Metalle in Oxyde verwandelt.

Statt des Zuschlages von Hobelspänen oder sonst einem kohlen- oder wasserstoffreichen Brennmaterial wendet man mitunter auch nur Wasserdampf an, den man in einem Kessel unter einem Druck von 1½ Atmosphären erzeugt, so daß derselbe sich durch mehrere Düsen mit einer gewissen Gewalt gleich der Luft eines Blasebalges auf das geröstete Erz treiben läßt. Hier wirkt der Wasserstoff des zersetzten Wassers reducirend auf ein paar von den Metallen Nickel, Kobalt und etwa vorhandenes Silber, indessen der Sauerstoff desselben Wassers sich mit einem Theile des Arsens, des Schwefels, des Eisens verbindet und mit den verbrannten Gasen entweicht.

Die Röstarbeit wird 6 Stunden lang fortgesetzt, alsdann pflegen die Metalle im Zustande arsensaurer Salze erweicht zu sein. Nach dem Erkalten bringt man das geröstete Erz in große, hölzerne Gefäße worin dasselbe mit verdünnter Schwefelsäure bis auf 40 Grad erwärmt, behandelt wird. Man befördert die Einwirkung durch wiederholtes Umrühren und zieht auf diese Weise den größten Theil des Nickels und Kobalts aus. Ist Silber in dem Erze vorhanden, so wiederholt man die Behandlung mit siedender Salpetersäure, um neben dem zurückgebliebenen Nickel und Kobalt auch noch das durch die Schwefelsäure gar nicht angegriffene Silber zu gewinnen.

Aus dieser letzten Lösung wird das Silber durch Kochsalz ausgeschieden, es fällt als Chlorsilber unlöslich zu Boden. Die nunmehr übrig bleibende Flüssigkeit enthält noch viel Nickel und Kobalt, sie wird zu der erst gewonnenen schwefelsauren Lösung gesetzt und durch eine Auflösung von Eisenvitriol in Salzsäure wird daraus alle Arsensäure gefällt, sowie durch feingepulverten Kalkstein das Eisen, und wenn die Flüssigkeit nicht sehr verdünnt war, auch etwas schwefelsaurer Kalk.

Der Niederschlag wird gewaschen und das Wasser zu der Mutterlauge

gebracht, welche durch die bisher erfahrene Behandlung neutral geworden ist. Um dieselbe auf ein kleineres Volumen zu bringen, dampft man sie in bleiernen Pfannen ab, bringt dann eine Auflösung von Chlorkalk dazu und fällt auf diese Weise das Kobaltoxyd. Man hütet sich jedoch sehr, den Kalk in Ueberfluß zuzusetzen, weil, wenn derselbe kein Kobaltmetall mehr findet, er sich mit dem Nickel verbindet, und dieses in das Kobaltoxyd führt, was für den Gewinn desselben sehr nachtheilig ist.

Sind alle die gedachten Operationen vollkommen beendet, so bleibt nunmehr nur noch das Nickel in der Lösung enthalten, aus welcher es durch einen Zusatz von Kalkwasser in Form eines Oxydulhydrats gefällt wird. Man wäscht dasselbe, sammelt es auf Filtern, preßt und trocknet es.

Um nunmehr aus diesem Oxydul das Metall darzustellen, wird es geglüht, fein gemahlen, mit dem zwanzigsten Theile seines Gewichts Roggenmehl und so viel Syrup zusammengeknetet, als erforderlich ist, um einen steifen Teig zu bilden. Diesen stampft man in einen Rahmen, schneidet die Paste in Würfel, verpackt dieselben mit Kohlenpulver in einen Schmelztiegel, setzt diesen dauernder Weißglühhitze aus, und gewinnt auf diese Weise das Metall als eine poröse, halb zusammengesinterte Masse, die nunmehr eingeschmolzen wird.

Das Nickelmetall ist sehr schwer schmelzbar, sein spezifisches Gewicht erreicht beinahe das Neunfache des Wassers, es läßt sich sehr gut schmieden, zu Blech walzen und zu Draht ziehen, welcher bei gleicher Dicke um die Hälfte stärker ist als Eisendraht. Nickel ist silberweiß, läßt sich sehr schön poliren und steht dem Silber an Glanz nur wenig nach, allein die polirte Oberfläche oxydirt sehr leicht und eine stärkere Schicht des Oxydes erscheint so grün, daß man Grünspan darin zu sehen glaubt. Diese unangenehme Eigenschaft verliert es bei seiner Verbindung mit Kupfer und Messing, daher seine Anwendbarkeit zu silberähnlichen Legirungen.

Legirungen des Nickels.

Dieselben haben eigentlich nur Interesse wegen des daraus hervorgehenden Neusilbers. Wir müssen deshalb auf den Artikel Kupfer zurückweisen, wo das Hauptsächlichste darüber gesagt worden ist. Hier wollen wir nur noch zweier Verbindungen gedenken, welche, wie außerordentlich verschieden auch, äußerlich einander doch höchst ähnlich sehen, die

besteht vorzugsweise aus Zinn, mit welchem man, bei 100 Theilen desselben, 7 Theile Nickel, 7 Theile Wismuth und 3 Theile Kobalt zusammenschmilzt, die andere besteht aus 1 Theile Zinn, 4 Theilen Nickel, 5 Theilen Kupfer, ferner Blei, Zink, Eisen, Antimon, von jedem 1 Theil. Die Metalle werden in einem Tiegel zusammengeschmolzen, die Legirung besitzt genau die Farbe des Silbers, sie ist fest, sehr dehnbar, nimmt eine schöne Politur an und läßt sich leicht versilbern. Wenn Gegenstände aus dieser Legirung gegossen werden sollen, setzt man mehr Zink zu, um sie leichter schmelzbar zu machen, für Gegenstände aber, welche dem Hämmern und Strecken unterliegen, soll die Verbindung unübertrefflich sein.

Verbindungen des Nickels mit dem Sauerstoff.

Man kennt dieser Verbindungen zwei, das Nickeloxydul und das Nickeloxyd.

Nickeloxydul, NiO, in 100 Theilen 79 Nickel und 21 Sauerstoff. Diese Oxydationsstufe findet sich im natürlichen Zustande regelmäßig als Octaëder krystallisirt, von Farbe grauschwarz und metallisch glänzend. Da sie jedoch als Hüttenprodukt beim Verschmelzen von Kupferschiefer vorkommen, so ist wahrscheinlich, daß sie ein Produkt der Reduktion aus irgend einer, in dem Schiefer enthalten gewesenen Nickelverbindung sind.

Wenn man Nickeloxydulsalze durch ein kohlensaures Alkali fällt, so erhält man als Niederschlag das Hydrat eines Oxydes, welches durch Auswaschen mit heißem Wasser von dem anhängenden Alkali befreit werden kann. Wenn man dieses Hydrat ausglüht, so wird das Hydratwasser entfernt und man erhält alsdann das reine Nickeloxydul als aschgraues Pulver, welches von den mineralischen Säuren sehr leicht aufgelöst wird. Es ist mit dem Sauerstoff nur schwach verbunden, so daß man es durch Glühen zwischen Kohlen zu metallischem Nickel reduciren kann. Weil dieses blos durch Hitze und ohne Zusatz eines Reduktionsmittels möglich ist und hierin ein Kennzeichen der edleren Metalle liegt, so zählte man mitunter Nickel zu den edlen Metallen.

Das Nickeloxyd, Ni_2O_3, in 100 Theilen Nickel 71, Sauerstoff 29. Das frisch gefällte Nickeloxydul ist ein äußerst feines, zartes Pulver, was sich unter Umrühren im Wasser schwebend erhalten läßt. Wenn man in diesem Zustande desselben Chlorgas durch die Flüssigkeit streichen läßt, so

entstehen zweierlei Verbindungen. Das Chlor verbindet sich mit einem Theile des Nickels zu einem Chlorür, indem es den Sauerstoff desselben verjagt, der andere Theil des Nickeloxydul nimmt diesen Sauerstoff auf und verbindet sich damit zu reinem Nickeloxyd, welches als Hydrat in Form eines schwarzen Niederschlages ausscheidet.

Das Nickeloxydul verbindet sich mit mehreren Säuren zu Salzen, das Nickeloxyd hat bis jetzt noch nicht auf diese Weise verwandelt werden können.

Verbindungen des Nickels mit Schwefel und Phosphor.

Schwefelnickel oder Nickelsulphuret, NiS, enthält in 100 Theilen 65 Nickel und 35 Schwefel. Es kann durch Zusammenschmelzen von Nickel und Schwefel erhalten werden, in der Natur kommt es als Haarkies vor.

Phosphornickel kann man erhalten, wenn man einen Theil Nickel mit einem Theile Phosphorsäure unter Kohlenpulver glüht, es ist silberweiß und sehr spröde, eine technische Verwendung desselben ist bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Verbindungen des Nickels mit den Salzbildern.

Chlornickel oder Nickelchlorür, NiCl, enthält in 100 Theilen 45,4 Nickel und 54,6 Chlor und wird gebildet, wenn man Nickelschwamm, wie derselbe durch Ausglühen des Nickeloxyduls erhalten wird, einem Strome von trockenem Chlorgas aussetzt. Die Verbindung geschieht unter lebhafter Erhitzung, welche bis zum Glühen geht, die Masse besteht aus goldgelb glänzenden Krystallschuppen. Es läßt sich im genau verschlossenen Raume unverändert sublimiren, wenn aber Luftzutritt stattfindet, so wird etwas Chlor frei und ein Theil des neutralen Nickelchlorürs geht in basisches Chlorür über. Es scheint im Wasser unlöslich zu sein, wenn es jedoch länger an der Luft gelegen hat, zieht es Feuchtigkeit aus derselben an, wird grün und löst sich nunmehr leicht auf.

Nickelbromür, NiBr, und Nickeljodür, NiJ, kann ganz auf dieselbe Weise dargestellt werden, wie das Chlorür, indem man fein zer-

theiltes Nickelmetall in Brom oder Joddampf erhitzt, im ersten Falle bilden sich grüne Krystalle, im zweiten stark glänzende, dem Eisen in Farbe ähnliche Blättchen. Auch mit den übrigen Salzbildern entstehen ähnliche Verbindungen.

Uran.

Ein Mineral, welches man Pechblende nennt und welches man früher als Zinkerz, dann als ein Eisenerz, später als ein Wolframerz betrachtete, wurde wegen der großen Verschiedenheit der Meinungen darüber von Klaproth untersucht und es wurde durch ihn 1789 ein eigenes Metall darin entdeckt, welchem er den Namen Uran gab, nach dem von Herschel entdeckten, von dem freien Engländer Georgsstern, von dem unfreien Berliner Bode aber Uranus, als zu der übrigen Götterfamilie gehörig, benannt. Was er gefunden hatte, war übrigens nicht das Metall, sondern das Oxydul, welches Peligot erst metallisch darstellen lehrte. Aber nicht allein Klaproth, sondern auch Brandes, Arfvedson und sogar Berzelius erkannten den Irrthum keineswegs, sie glaubten nur, daß es ein Metall mit ganz besonderen, bisher an Metallen noch nicht gekannten Eigenschaften sei, und daß diese Eigenschaften allerdings sonderbar genug waren, störte selbst Männer wie Berzelius nicht in ihrer eigenthümlichen Ansicht. Das neue Metall erschien nicht nur in braunrothen Krystallen, welche sich in der Reibeschale pulverisiren ließen (dies wäre nur ein höherer Grad von Sprödigkeit gewesen, als man bisher an Wismuth oder an Antimon gefunden) und dabei eine dunkelrothe Farbe annahmen, sondern es erschien auch, was noch nicht dagewesen war, in seinen Krystallen durchscheinend und bei dünnen Blättchen sogar durchsichtig.

Erst im Jahre 1840 fand der Chemiker Peligot, daß dieses sogenannte Metall ein krystallisirtes Oxyd desselben Metalles sei. Der Irrthum war verzeihlich, weil dieses Metall den Sauerstoff so fest hält, daß es nicht einmal durch Glühen mit Kohle reducirt wird, und daß selbst der Wasserstoff keine reducirende Wirkung darauf ausübt.

Peligot mengte das Oxydul mit Kohle und glühte diese Verbindung in einem Strome von Chlorgas. Hierdurch wurde der Sauerstoff verjagt, welcher an die Kohle trat, indeß das Chlor sich mit dem Metalle verband.

Will man das Uranmetall darstellen, so bringt man in einen Platinkessel 2 Theile des Uranchlorürs und 1 Theil Kalium, befestigt den Deckel auf dem Kessel durch Draht und erhitzt die Masse langsam durch eine Spirituslampe. Sobald die Verbindung sich zu bilden beginnt, entsteht eine so lebhafte Weißglühhitze, daß man, mit der Erscheinung unbekannt, in Besorgniß wegen eines möglichen Unglücks geräth. Sobald die Verbindung vollständig beendigt ist, hört die große Hitze auf und nunmehr läßt man die Lampe wieder wirken, wodurch das Kaliummetall, welches im Ueberschuß zugesetzt war, verflüchtigt wird. Man läßt nunmehr den Kessel erkalten, behandelt seinen Inhalt mit Wasser, welches das Chlorkalium auflöst, das Uranium aber als ein schwarzes Pulver liegen läßt. Nicht selten findet man es an den Wänden des Kessels in Form kleiner Krystalle haften, diese zeigen wahren Silberglanz und sind unter dem Hammer auch etwas streckbar.

Das Uranmetall ist sehr oxydirbar, unter Zutritt der Luft über 200 Grad erhitzt, verbrennt es unter glänzender Feuererscheinung, indem ein Oxyd von dunkelgrüner Farbe entsteht. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es jedoch unverändert, es zersetzt auch das Wasser nicht bei niederen Temperaturen.

Will man das Metall in größeren Mengen erzeugen, so wird die Sache selbst sehr gefährlich, denn das brennende Kaliummetall sucht den Draht zu zersprengen, und da dieses gewöhnlich nicht gelingt, so sprüht ein Theil desselben mit großer Gewalt aus den Fugen, daher man sehr wohl thut, die Verbindung von Uranchlorür und Kalium nicht in einem, sondern in zwei Platin-Kesseln zu machen, davon der äußere um so viel größer ist, daß er die umhergeschleuderten Stücke auffangen und dadurch den Experimentator vor Schaden bewahren kann.

Uran und Sauerstoff.

Man kennt drei Oxydationsstufen desselben, die Franzosen nehmen aber fünf an. Mit Bestimmtheit sind aber nur bekannt:

Das Uranoxydul, UO, in 100 Theilen 88 Metall und 12 Sauerstoff. Dies ist diejenige Verbindung, welche man früher für das Uranmetall gehalten hat. Das Mineral, aus welchem man dieses Oxydul darstellt, ist die fälschlich sogenannte Pechblende (sie enthält nämlich keinen

Schwefel), welche man besser Uranpecherz nennen würde. Dieses Erz ist eine Verbindung von Oxyd und Oxydul, ist die dritte der bekannten Sauerstoffverbindungen und dient dazu, das Oxyd und das Oxydul daraus darzustellen.

Das Oxydoxydul wird bei gelinder Glühhitze zersetzt, giebt einen Theil seines Sauerstoffes ab und bildet ein ziemlich dichtes braunes oder schwärzliches Pulver, es nimmt aus der Luft begierig Sauerstoff auf, deshalb man es in luftleeren Räumen zu erhalten suchen muß. Dies geschieht dadurch, daß man das Oxydoxydul in einer Glasröhre unter Durchströmung von Wasserstoffgas erhitzt, und nach der Reduktion die Glasröhre auf beiden Seiten zuschmilzt.

Das Uranoxyd, U_2O_3, wird am leichtesten und besten gleichfalls aus demselben Erz gewonnen. Man pulvert dasselbe, setzt ihm ungefähr $\frac{1}{16}$ seines Gewichts zerfallenen Kalkes zu, mengt dieses Beides auf das Innigste, und erhitzt dasselbe im Flammenofen bis zur Rothglühhitze, das ursprüngliche graue Pulver wird braun, was ziemlich bald geschieht, um jedoch das Arsen möglichst zu entfernen, setzt man die Operation 4 bis 5 Stunden lang fort, bringt auch wohl etwas Kohlenpulver dazu, wodurch die Abscheidung des Arsens sehr befördert wird.

Die calcinirte Masse rührt man in hölzernen Bottichen mit Wasser an und setzt diesem die Hälfte des Gewichts concentrirter Schwefelsäure zu, wodurch das Uranoxydul in Oxyd verwandelt wird. Man rührt nunmehr Alles wiederholt mit hölzernen Spateln um und läßt späterhin, nachdem Alles mit Wasser verdünnt worden, das Oxyd sich absetzen, bis die Lösung ziemlich klar geworden ist, dann wird dieselbe filtrirt und hierauf mit Soda übersättigt. Es fällt dadurch aus der schönen grünen Auflösung Alles nieder, was in derselben enthalten war, durch den Ueberschuß an Soda aber löst sich das Uranoxydnatron vollständig wieder auf, indessen die übrigen Oxyde in dem Niederschlage bleiben. Die Lösung ist schön goldgelb, von dem darin enthaltenen kohlensauren Uransalze. Man neutralisirt diese Lösung mit Schwefelsäure und bringt sie, wenn der Sättigungspunkt erreicht ist, in einen kupfernen Kessel, worin sie unter vorsichtigem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure gekocht wird. Das Uranoxydnatron als gelber Niederschlag sich ausscheidend, wird in leinene Spitzbeutel gebracht, ausgewaschen und getrocknet, hierbei wird es krystallinisch und ist nunmehr ein Hydrat von Natron und Uranoxyd, welches nach der Formel NaO, $2U_2U_3 + 6HO$.

Dieses Salz kann nun in das Uranoxyd verwandelt werden, indem man dasselbe vorsichtig erhitzt, bis nicht mehr Dämpfe entweichen. Gewöhnlich aber wird das Uranoxydnatron so wie es da ist, verbraucht,

denn die Reduktion desselben zum Oxyd hat zwar wissenschaftlichen, aber keinen technischen Werth, indessen das Natronsalz zur Färbung von Glas mit schöner grünlich-gelber Farbe benutzt wird, auch in der Porzellanmalerei ist es als eine sehr schöne gelbe Farbe auf der Glasur gesucht.

Das Uranoxydoxydul, UO, U_2O_3, ist wie wir bereits wissen, das Erz des Urans, wird nicht künstlich dargestellt, sondern findet sich in der Natur fertig vor, jedoch ist es noch so selten, daß die Joachimsthaler Silberhütte dieses Pecherz zu 2 Thaler das Pfund verkauft, woraus, wenn man die Kosten der Reduktion durch Kalium berechnet, sich ein schöner Preis für das Metall herausstellt. Das Uranpecherz erscheint nierenförmig oder derb eingesprengt in den Gängen des Urgebirges, es enthält neben den beiden Oxyden des Urans noch viele Verunreinigungen, die Oxyde von Eisen, Arsen, Wismuth, Mangan, es enthält ferner Kalk, Magnesia, Natron, Kiesel, mitunter sogar auch Kupfer, wenn es jedoch ganz rein ist, erscheint es im fein vertheilten Zustande olivengrün, es wird von mehreren Säuren aufgelöst und es kann aus der Lösung derselben in Schwefelsäure durch einen Zusatz von Weingeist das Oxyd vom Oxydul getrennt werden, indem sich grünes schwefelsaures Uranoxydul niederschlägt, in der Flüssigkeit aber schwefelsaures Uranoxyd zurückbleibt.

Schwefel und Uran. US.

Diese beiden Körper verbinden sich bei höherer Temperatur unter einer starken, von selbst sich steigernden Erhitzung und Feuererscheinung. Dasselbe ist jedoch eine sehr unbeständige Verbindung, welche von der Luft zersetzt wird.

Verbindungen des Urans mit den Halogenen.

Uranchlorür, UCl, in 100 Theilen 62,9 Uran und 37,1 Cl. Dasselbe hat für uns Wichtigkeit, da es das Material giebt zur [Dar]stellung des Uranmetalles. Man verreibt 3 Theile Uranoxydul[oxyd mit] 2 Theilen Zucker, bringt das Gemenge in einen Schmelztiegel, [...]

darin und pulvert es, wodurch man eine sehr innige Mengung dieser Oxyde mit der Kohle erhält. Dieses Produkt bringt man in eine Röhre von sehr strengflüssigem Glase, welche mit einem Streifen von Messingblech spiralförmig umwickelt ist. Man führt einen Strom trockenen Chlorgases durch diese Röhre und setzt dieselbe in einen flachem Blechofen, Fig. 1161,

Fig. 1161.



der Glühhitze aus. Das Chlorgas ist in dem Gasbehälter A enthalten und wird durch die beiden gebogenen Röhren, welche mit Chlorkalk gefüllt sind, getrieben, damit es von seiner Feuchtigkeit befreit werde. Das Chlorgas mit dem sehr porösen Gemenge in Verbindung tretend, zersetzt dasselbe. Der Sauerstoff wird durch das Chlor verjagt, verbindet sich daher mit der Kohle zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure, welche man auf die in der Fig. 1161 angedeutete Weise auffangen kann, wiewohl es zur Darstellung des Chlorürs durchaus nicht nöthig ist. Das Uranmetall, dessen Sauerstoff verjagt ist, verbindet sich an dessen Stelle mit dem Chlor.

Die Verbindung wird verflüchtigt und sublimirt alsdann, sich theils bei E, theils bei F, d. h. außerhalb des Bereichs des Feuers krystallinisch ansetzend, man sieht dieses ganz deutlich entstehen, indem sich rothe Dämpfe entwickeln und nach dem Ausgange F drängen, wo sie sich zu schwarzen metallisch glänzenden Octaëdern condensiren. In der richtigen Lage gegen das Licht betrachtet, zeigen die Krystalle sich nicht schwarz, sondern sehr dunkelgrün. Da wo das Chlorgas eintritt bei E, setzen sich zwar auch Krystalle an, doch nur sehr wenig. An der Stelle aber, wo das Gemenge von Kohle und Oxyd lag, findet sich ein großer Theil als feste, krystallinische Masse an dem Glase haftend.

Da dasselbe sehr leicht an der Luft zerfließt, muß es entweder in der Röhre bewahrt werden, in welcher man es bereitete, indem man dieselbe an beiden Seiten zuschmilzt, oder es muß eben diese Röhre abgeschnitten und dann in ein hinlänglich großes, sehr gut ausgetrocknetes Gefäß

gebracht werden, dessen sorgfältig eingeriebener Stöpsel den Luftzutritt verhindert.

Uranoxydchlorid, $U_2Cl_3, 2U_2O_3$, enthält in 100 Theilen 70 Uran, 9,3 Sauerstoff und 20,7 Chlor, und entsteht beim Erhitzen des Uranoxyduls in Chlorgas.

Mit Brom giebt das Uran gleichfalls 2 Verbindungsstufen, mit dem Jod nur eine, mit dem Fluor wieder 2, mit den zusammengesetzten Salzbildern, wie z. B. mit Cyan mehrere, sie alle sind noch wenig untersucht. Die Oxyde des Urans geben mit den mehrsten Säuren verschiedene Salze.

Zink.

Das Metall, welches jetzt in einer unglaublichen Verbreitung sich fast aller der Anwendungen bemächtigt hat, zu denen man sonst das verzinnte Eisenblech benutzte, ist doch durchaus nicht lange als ein besonderes Metall bekannt. Allerdings muß es schon vor Jahrtausenden dagewesen und benutzt worden sein, denn die Alten kannten das Messing, und dieses ist eine Legirung von Kupfer und Zink, allein wenn sie auch diese Legirung brauchten, so scheint es doch, daß sie dieselbe nicht als ein Metallgemisch, sondern als ein eigenes Metall betrachtet hätten, wenigstens findet man nirgends etwas von einem metallischen Zusatz von Kupfer. Der Name Messing stammt aus dem grauesten Alterthume. Aristoteles sagt, das mossinöcische Erz sei gelb wie das Gold und habe seine Farbe nicht davon, daß man dem Kupfer Zinn zusetze, wie dieses bei dem gewöhnlichen Erz geschieht, sondern davon, daß man es mit einer [illegible] vorkommenden Erde zusammenschmelze. Nun wohnten die Mossinöcier [illegible] schwarzen Meere, an dessen gebirgigen Ufern allerdings Zinkerz [illegible] wird, welches man damals wohl Erde nennen mochte, da man mit [illegible] Worte Erz (Aes) einen durchaus anderen Begriff verband, als [illegible] neuerer Zeit zu thun pflegen. Noch im 15. Jahrhundert [illegible] übrigens das Messing nicht als eine Mischung, sondern [illegible] Metall, und im Munde des Volkes heißt es an manchen [illegible] heutigen Tage gelbes Kupfer, sowie bei den Franzosen [illegible]

Die Erde, welche man dem Kupfer zusetzen sollte,

Cadmia, woraus wahrscheinlich das deutsche Galmei geworden ist. Den Namen Zink findet man zuerst bei Basilius Valentinus, er nennt außer den anderen Metallen noch eines Zinken, spricht jedoch so davon, als ob es ihm nichts gerade Neues wäre, er nennt es einen Bastard der Metalle, aber weder er im 15. Jahrhundert, noch Paracelsus im 16. Jahrhundert sagen, woraus dieses Metall gezogen werde. Dieselbe Ungewißheit dauerte im 17. Jahrhundert fort, und erst am Anfange des 18. Jahrhunderts bemerkte Kunkel, „wie der Galmei seinen mercurialischen Theil in das Kupfer fahren ließe und es zu Messing mache."

Dergleichen Erfahrungen waren immer wieder neue Stützen der Alchemie, welche hier nicht eine Legirung zweier Metalle sah, sondern nur die künstliche Färbung des einen, des Kupfers.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde das Zink immer noch als ein Halbmetall betrachtet, aber viele seiner Eigenschaften wurden erst in diesem Jahrhundert entdeckt, und erst in den zwanziger Jahren hat man es so zu behandeln gewußt, daß es seine jetzige Bedeutung erlangen konnte.

Gegenwärtig weiß man, daß die Zinkerze eine sehr weite Verbreitung haben, und wo die Industrie nicht noch im Schlaf begriffen ist, sucht man dieselben auf und bedient sich ihrer zur Bereitung des Zinkmetalles.

Die beiden wichtigsten Zinkerze sind die Zinkblende und der Galmei.

Zinkblende, Schwefelzink, ZnS, ist sehr verbreitet, kommt vorzugsweise im Uebergangsgebirge, nicht selten aber auch im Urgebirge, auf Gängen sowohl, als auf Lagern vor, sie erscheint derb oder nierenförmig oder traubenartig, wenn krystallisirt, so in zwölfflächigen, dem regulären System angehörigen Körpern (Rhomben, Dodekaëder). Nicht selten führen diese Erze auch Eisen und Mangan bei sich, ein noch häufigerer Begleiter desselben ist das Cadmiummetall, welches, obwohl nur in geringen Mengen, doch beinahe immer mit dem Zinkerze auftritt.

Galmei ist entweder kohlensaures Zinkoxyd, ZnO, CO_2, in welchem Falle er auch Zinkspath heißt, oder er besteht aus kieselsaurem Zinkoxyd. Diese Erze kommen vorzugsweise auf Gängen des Uebergangsgebirges vor, so in Schlesien, in den Rheingegenden, in Frankreich und in England.

Dieses Mineral wird vorzugsweise bei uns zur Darstellung des Zinks benutzt. In Schlesien und in der Rheingegend bei Aachen hat man weißes und rothes Zinkerz, welches letztere reicher an Eisen ist, davon es bis 17 auch 18 Prozent einschließt, während der weiße, dichte Galmei aus Beuthen in Schlesien nur $\frac{1}{2}$ Prozent und der von Aachen 5 Prozent hat.

Darstellung des Metalles.

Die Erze müssen alle geröstet werden, was jedoch auf die einfachste Art geschieht, so daß wir den Prozeß viel eher eine Verwitterung als eine Röstung nennen würden. Das Erz wird ohne Erhitzung aufgeschüttet und der Feuchtigkeit, der Wärme und der Luft überlassen, bis sich der anhängende Thon und die sonstigen erdigen Theile davon geschieden haben. Mitunter entfernt man dieselben auch durch Schlemmen. Nun erst werden die so gereinigten Erze zum zweiten Male geröstet mit Hülfe des Feuers.

Fig. 1162.



Dies Rösten geschieht in Oefen, welche sich, wie Fig. 1162 zeigt, nach unten verjüngen, kegelförmig gebaut sind. Die äußere Form des Ofens ist gleichgültig und kann cylindrisch oder kubisch sein. Die Heizung geschieht durch zwei weit geöffnete Herde, in deren Vorbau die Arbeiter sich aufhalten können. Nach der eingeleiteten Heizung werden diese Herdöffnungen benutzt, um das geröstete Erz aus denselben zu ziehen. Damit dieses um so leichter geschehe, befinden sich unten am Boden der Ofenhöhlung zwei starke gußeiserne Platten, auf einem festen Gemäuer ff ruhend, welche gegen die Herdöffnungen A schräge geneigt sind, so daß bei Oeffnung der Thüren die gerösteten Erze von selbst durch die Oeffnungen gleiten.

Das Erz, wie es von der Verwitterungsstelle kommt, wird in großen oder kleinen Brocken von oben her in den Trichter des Ofens geschüttet, rings um die Wandung desselben laufen 4 bis 5 Reihen von Oeffnungen o o, welche sich in Kanälen der Mauer vereinigen. Durch diese Oeffnungen, deren Querdurchschnitt etwa die Größe der inneren Handfläche hat (4 Zoll im Quadrat), strömt das Feuer in den Raum und erhitzt die Erze bis zur Abgabe des Wassers und der Kohlensäure, die darin enthalten ist. Der Gewichtsverlust durch das Rösten beträgt ungefähr 25 Prozent. Die Feuerung und die Beschickung des Ofens mit Erz dauert ununterbrochen fort. Die Thüren bei A werden nur bei der ersten Ladung geschlossen, damit das Erz nicht ungeröstet aus dem Ofen falle, nicht selten aber läßt man die Thüren überhaupt ganz weg, da sich dann beim ersten Beschicken des Ofens gleich die Vorgelege damit füllen. Die Röstung tritt dann überhaupt erst in jener Region ein, in welcher das Feuer durch die Oeffnungen o o zu dem Ofen strömt, und sobald man glaubt, daß eine Gahr-

röstung eingetreten, nimmt man die kalten Erze unten hinweg, bringt sie nach oben und setzt dieses so lange fort, bis sich an den Oeffnungen A durchglühte Erzmassen zeigen. Diese werden nuu unter aufrecht laufenden Mühlsteinen zu feinem Pulver gemahlen und gelangen dann zu dem Reduktionsofen.

Fig. 1163.



Die Reduktion geschieht in thönernen Cylindern, welche man Retorten zu nennen pflegt, wiewohl sie mit einer Retorte sehr wenig Aehnlichkeit haben. Die Cylinder haben eine Länge von $3\frac{1}{2}$ Fuß und eine Weite von etwa 6 Zoll, wie b d (Fig. 1163) sie zeigt, bei d sind die Cylinder geschlossen, bei b offen. Hier hinein kommt der eiserne Kegel d c, welcher an seiner weiten Oeffnung genau an die Retorte paßt, er ist etwa 1 Fuß und 2 Zoll lang, an diesen schließt sich ein ganz ähnlicher Kegel von schwarzem Eisenblech, f e, dessen vordere Oeffnung nicht mehr als $\frac{3}{4}$ Zoll beträgt.

Fig. 1164.



Um die Retorten zu laden, bedient man sich einer in Fig. 1164 bezeichneten Schaufel, einer Klafter langen Stange mit halbcylindrisch gebogenen Blechstreifen an dem einen Ende. Mit dieser halbcylindrischen Schaufel nimmt man das gepulverte Erz auf und führt dasselbe in die Röhren ein. Dieselbe Schaufel dient auch, um die Retorten, welche mehrere Monate lang ununterbrochen dienen müssen, zu reinigen.

Die Ladung der Retorten geschieht erst, wenn man dieselben in den Ofen gebracht hat, in welchem sie in 6 bis 8 Reihen über einander zu liegen pflegen und worin sie gleichzeitig von einer gemeinsamen Flamme umflossen werden.

Der Ofen hat eine ganz besondere Einrichtung und bedarf daher einer eingehenden Beschreibung. Derselbe ist in den auf der folgenden Seite befindlichen Figuren 1165 und 1166 dargestellt. Er besteht eigentlich aus vier verschiedenen Oefen, welche sich mit der Rückseite an einander lehnen. Jeder Ofen bildet ein Gewölbe A von 9 Fuß Höhe. Die Rückwand eines jeden solchen Gewölbes ist schräg abgestuft, wie wir in b d Figur 1165 sehen, wo die Retorten mit ihrem geschlossenen Ende aufruhen können. Die vordere Seite des Gewölbes dagegen ist ganz offen, wie uns c d zeigt.

Um die Retorten vorne gleichfalls zu stützen, sind in der freien Oeff-

nung a c so viel eiserne Stangen querüberliegend in dem Gemäuer angebracht, als man Reihen von Retorten einlegen will, damit dieselben sich

Fig. 1165.



Fig. 1166.



nicht biegen, werden sie in den Zwischenräumen von je zwei Retorten durch Ziegelstücke gestützt, wie a auf der linken Seite von Figur 1165 zeigt, woselbst man auch die vorderen Oeffnungen der 7 Reihen von Cylindern sieht. Das Feuer unter einem jeden der 4 Oefen wird bei F angezündet. Dieser Herd befindet sich unter der Sohle des Gewölbes A und die Hitze des Steinkohlenfeuers zieht durch die Oeffnungen o o in das Gewölbe, um sich um die Retorten her zu vertheilen. Oben an der Wölbung sind auf zwei Seiten Kanäle U angebracht, welche aufwärts gehen und sich in einem Schornstein vereinigen, der um des kräftigsten Zuges willen sehr hoch gebaut ist, die beiden Figuren zeigen ihn durchschnitten, man muß sich denselben in der Wirklichkeit um ein Beträchtliches verlängert vorstellen. Ein jeder Schornstein hat für sich eine besondere Klappe T, es sind deren hier nur zwei gezeichnet, der Rauchfänge sind aber so viele wie der Oefen und jeder einzelne muß für sich beliebig geöffnet oder geschlossen werden können.

Wenn nun die neuen Oefen in Gang gebracht werden sollen, so

mauert man die vier vorderen freien Gewölbeöffnungen durch kleine Ziegelstücke und nur wenig befeuchteten Thon zu. Man schiebt dieselben zwischen die gußeisernen Stangen oder Platten, welche die vorderen Enden der Cylinder tragen sollen, die Mauer soll gar keine Haltbarkeit haben, man will den Ofen nur schließen, um ihn heizen zu können.

Es geschieht dieses sehr langsam und mit solcher Vorsicht, daß derselbe erst am vierten Tage weißglühend ist. Nunmehr macht man auch die cylindrischen Röhren rothglühend, entfernt ein Stück der interimistischen Wand nach dem anderen und bringt an die geöffneten Stellen die Cylinder, so daß dieselben etwas schräge liegend, immer von a nach b in Reihen neben einander und über einander gefügt, endlich den ganzen Ofen ausfüllen. Die Wand ist zerstört worden, den größten Theil derselben füllen jetzt die Retorten, deren eiserne Lager und deren Stützen aus, es muß aber eine geschlossene Wand aufgeführt werden, deshalb paßt man in alle Winkel und Fugen eckige Ziegelstücke mit feuchtem Lehm ein, bis man nirgends mehr das Feuer des Ofens sieht, man hält übrigens dieses Material im Vorrath, so daß bei jeder Verletzung der Wand sofort eine Ausbesserung vorgenommen werden kann.

Nunmehr beginnt die Füllung der Retorten. Für einen jeden der vier Oefen wendet man gewöhnlich 1000 Pfund Erz und 500 Pfund zerkleinerte Steinkohle an. Man mengt beides unter schwacher Befeuchtung mit Wasser sorgfältig durcheinander und bringt hiervon in jede einzelne Retorte mittelst der vorhin beschriebenen Blechschaufel eine geringe Menge, so daß sich die Retorte nicht zu sehr abkühlt. Die Beschickung beginnt von der untersten Reihe und wird weiter aufwärts fortgepflanzt, bis endlich mittelst einer dritten Schaufel 2c. die Cylinder alle gefüllt sind.

Nunmehr verstärkt man das Feuer, bis sich die Wasserdämpfe entwickelt haben und nach ihnen sich Kohlenoxydgas mit blauer Flamme an der Mündung der Retorte zeigt. Nunmehr setzt man überall die kegelförmigen Verlängerungen der Retorten an, befestigt sie möglichst gut und wartet, bis die Flamme mehr Glanz erhält, grünlich wird, dann aber weiß und blendend erscheint, welches ein Zeichen ist, daß die Destillation des Zinks beginnt. Sobald man dieses wahrnimmt, werden die Blechkegel angesetzt und nun das Weitere abgewartet.

Die Flamme läßt sich nicht so reguliren, daß in der ganzen Ausdehnung des Ofens eine gleich hohe Temperatur erzeugt werde, die oberen Regionen sind immer weniger heiß, daher bringt man in die Cylinder, ..e diesen Theil des Ofens füllen, dasjenige Erz, welches leichter re-
..das ist der rothe Galmei.

..wo alle Cylinder gefüllt worden, und wo die erforder-

lichen Steinkohlen zur Steigerung der Temperatur aufgegeben worden sind, wartet man zwei Stunden lang, um der Destillation den nöthigen Zeitraum zu gewähren, dann entfernt man die Blechkegel und leert den Inhalt derselben, welcher aus feinem Staube von Zink und Zinkoxyd besteht, in dazu erforderliche eiserne Gefäße aus. Dieser Staub ist gleichfalls ein Produkt der Destillation und er ist durchaus nicht werthlos, deshalb wird er bei der nächsten Ladung der Cylinder dem mit Kohlen gemengten Erz zugesetzt, das flüssige Metall aber, zu dessen Gewinnung die Reduktion vorgenommen ist, befindet sich nicht in dem blechernen sondern in dem gußeisernen Kegel. Nach Entfernung der blechernen Vorstöße tritt ein Arbeiter mit einem Löffel, wie Figur 1167 ihn zeigt, an die vordere Wand des Ofens und hält denselben unter eine dieser eisernen Vorlagen, ein zweiter Arbeiter hat einen eisernen Kratzer, ähnlich dem der Schornsteinfeger, nur kleiner und an seiner Kante so gerundet, daß er sich an die innere Wand der Vorlage bequem anlegt.

Fig. 1167.



Dieser zweite Arbeiter holt mittelst seines Instruments das destillirte Zink, welches sich im schwerflüssigen Zustande in der Vorlage gesammelt hat, und welches stark mit Zinkoxyd gemengt ist, aus derselben, so daß es in den Löffel fließt. Sobald dieses geschehen ist, wird der Blechkegel wieder angesetzt und nun die nächste Vorlage ausgeleert.

Sobald der Löffel ungefähr 60 bis 70 Pfund Inhalt hat, wendet sich der Arbeiter, welcher ihn hält, zu den vorräthigen Formen, gewöhnlich aus Gußeisen gemacht, so daß sich darin Tafeln von 6 bis 7 Zoll Breite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß Länge bilden. Sie haben eine solche Stärke, daß sie gerade einen Löffel voll fassen. Das geschmolzene Zink ist mit einer starken grauen Haut von Zinkoxyd bedeckt, diese wird sorgfältig entfernt und dann die Form mit dem reinen Metall gefüllt.

Die Arbeiter fahren nun fort, bis sie mit dem ganzen Ofen fertig sind. Die leer gewordenen Vorlagen füllen sich bei dem ununterbrochenen Gange des Ofens allmählig wieder, so daß nach 2 Stunden dieselbe Operation vorgenommen werden kann, so geht es 12 Stunden lang fort, wobei jede Vorlage 5 bis 6 Mal ausgeleert worden ist. Nunmehr hält man das Erz für erschöpft, nimmt die Vorlagen von den Cylindern ab, reinigt die letzteren von dem in ihnen enthaltenen Rückstande und beschickt sie von Neuem. So geht die Arbeit gewöhnlich 2 Monate lang ununterbrochen fort, bis nach dieser Zeit die Schadhaftigkeit des Ofens eine Reparatur erfordert.

Während zwei solcher Reduktionen im Laufe von 24 Stunden erhält man in der Regel 600 Pfund Zink und 30 bis 50 Pfund metallisches

Staub aus 2000 Pfund Erz (1000 Pfund für jede Beschickung). Dies beträgt nahezu 30 bis 31 Prozent, da das Erz aber viel reichhaltiger ist, so bleiben 11 bis 12 Prozent des Metalles im Rückstande. Man würde dieses Zink auch noch gewinnen können, wenn man die Reduktion bei verstärktem Feuer fortsetzte, allein abgesehen von den Kosten, welche dieses verursacht, würden auch die Retorten zu sehr leiden, und bald ganz außer Dienst kommen, man zieht es daher vor, sich in den Verlust an Metall zu finden.

Wenn die Tafeln gegossen und zur Behandlung erkaltet sind, so pflegt man sie zu zerschlagen und die Stücke der Destillation zu unterwerfen, wovon wir sprechen wollen, sobald wir eine andere Art der Reduktion des Erzes betrachtet haben, welche in Schlesien üblich ist, die so eben beschriebene ist die der Gesellschaft Vieille-Montagne bei Aachen.

Fig. 1168.

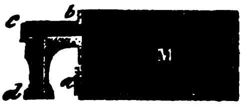
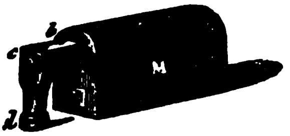


Fig. 1169.



Die Fig. 1168 und Fig. 1169 zeigt uns eine Art Muffel von gebranntem Thon sowohl von Außen als im Durchschnitte, dieselbe hat ungefähr 4 Fuß Länge, 2 Fuß Höhe und 1 Fuß Breite. An der vorderen Seite sieht man bei a und b zwei Oeffnungen, die untere derselben a liegt ganz nahe an der Sohle der Muffel und dient nur dazu, den Rückstand von der Reduktion herauszuschaffen, die obere Oeffnung b dient als Ansetzpunkt für den rechtwinklig gebogenen Hals bcd, welcher unten bei d offen ist, bei c aber durch einen Stöpsel von Thon gleich dem bei a, geschlossen werden kann. Durch diese letztere füllt man die Muffel vermöge einer halbcylindrischen Schaufel mit dem Gemenge von Erz und Kohle, während der Destillation wird diese Oeffnung geschlossen.

Die Muffeln werden von feuerfestem Thon, welchen man mit gemahlenen Scherben von ausgebrauchten Muffeln vermischt hat, geformt. Da sie eine viel größere Hitze zu ertragen haben, als die vorhin beschriebenen Cylinder, so müssen sie sehr widerstandsfähig sein, daher der Thon mager gemacht wird. Man verlangt von ihnen eine solche Dauer, wie von den Retorten zur Gasbereitung.

Die Oefen, in welchen die Reduktion ausgeführt wird, zeigt Fig. 1170 in der äußeren Ansicht, und Fig. 1171 im vertikalen Durchschnitt. Wir sehen hier nur 3 solcher Muffeln neben einander stehen, die Zahl derselben

ist aber viel größer, man setzt bis auf 10 solcher Muffeln in eine Reihe und giebt dem Ofen eine solche Ausdehnung, daß zwei Reihen darin stehen können.

Fig. 1170.



Fig. 1171.



Wir sehen hier an der vorderen Ansicht, daß die thönernen Ansätze bcd der Muffel außerhalb des Ofens befindlich sind, und nur die großen Körper M innerhalb des Gewölbes stehen, aber auch die Ansätze will man, wenn schon nicht glühend, so doch heiß haben und man läßt sie deshalb innerhalb eines Vorsprunges der Mauer stehen, worin sie durch eine eiserne Thür von der äußeren Luft getrennt werden können.

In dieser Thür ist, wie wir sehen, eine zweite kleinere Thür vorhanden, welche gerade an der Stelle befindlich ist, wo die Einladung des Erzes geschehen soll.

Auch hier besteht der Gegenstand der Ladung aus dem gerösteten Galmei und Kohlenstücken. Man nimmt jedoch zu diesen letzteren nicht frische Steinkohlen, welche unter Walzen zerkleinert werden, sondern man nimmt diejenigen durchgeglühten kleinen Stückchen, welche in beträchtlicher Menge durch die Spalten des Rostes auf den Aschenherd fallen, sie erlöschen dort sogleich und werden nachher durch den Sieb von der

gesondert, zu dem Erz gebracht. Dieses wird auch nicht zu einem feinen Pulver zermahlen, sondern nur bis zur Erbsengröße zerquetscht, gewöhnlich nimmt man 3 Gewichtstheile Erz und 3 Gewichtstheile Kohle zur Mischung. Da den Leuten das Wiegen aber in der Regel zu langweilig ist, so nehmen sie gleiche Maaße, was ungefähr auf dasselbe herauskommt.

Der Ofen hat eine Steinkohlenfeuerung G und die Flamme, welche von demselben aufsteigt, umkreist die darin enthaltenen Muffeln ungefähr in der Art, wie es in dem Glasofen geschieht, in welchem die Hafen ganz und gar von Flammen umgeben, stark genug erhitzt werden, um ihren Inhalt von kieselsaurem Kali in dünnen Fluß zu bringen.

Die Dauer einer Operation pflegt gewöhnlich 24 Stunden zu betragen. Erst 6 bis 8 Stunden nach dem Eintragen ist die Hitze hoch genug gesteigert, um die Destillation in gehörigen Gang zu bringen, dann schreitet sie ununterbrochen fort. Die durch die eisernen Thüren gegen zu starke Abkühlung geschützten Vorlagen haben eine Temperatur niedrig genug, um die Zinkdämpfe niederzuschlagen, zugleich aber auch hoch genug, damit das niedergeschlagene Zink nicht erstarre, sondern flüssig bleibe. Es geht nunmehr durch diese Vorlagen nicht nur bis auf die Sohle des Ofens, worauf die Mündung zu stehen scheint, sondern, da diese Sohle gerade an der Stelle durchbohrt ist bis nach den kleinen Wölbungen l, wo Gefäße zur Aufnahme des geschmolzenen Zinks stehen, hier erscheint es in Gestalt von Tropfen, welche sich aber so auf einander drücken und vereinigen, daß sie in unregelmäßigen Massen zusammenhängen. Wenn sich genug davon gebildet hat, wird diese Masse geschmolzen und in Formen zu Platten gegossen. Nach Verlauf von 24 Stunden pflegt man die Operation für beendet zu betrachten, man zieht den Stöpsel c, Fig. 168 aus der Vorlage und füllt neue Quantitäten des gerösteten mit Kohle gemengten Erzes hinein. Nach abermals 24 Stunden folgt eine dritte Ladung, erst wenn diese abgetrieben ist, schreitet man zum Auskehren der Muffeln. Man zieht nunmehr den Stöpsel a, Fig. 168 heraus und hebt mittelst eines Kratzeisens den Rückstand, welcher aus Thonerde, Kiesel, Kalk, Eisenoxydul, Zinkoxyd und unzersetztem Zinkerz besteht, heraus, darauf wird sogleich eine neue Ladung gegeben, bis man glaubt, den Retorten oder schließlich dem Ofen nicht mehr bieten zu dürfen.

Auf diesen schlesischen Zinkhütten wird die Röstung der Erze ohne besonderes Feuer dadurch bewerkstelligt, daß man die Röstöfen zwischen zwei Zinköfen bringt und die aus den letzteren austretenden glühenden Gase zur Heizung des Ofens benutzt.

Es handelt sich nunmehr um möglichste Reinigung des Zinks, diese wird dadurch erlangt, daß man dasselbe destillirt. Es ist flüchtig und giebt

mithin dem Feuer nach, schmilzt nicht nur, sondern verdampft, und die Dämpfe können niedergeschlagen werden, was mit keinem der andern Metalle stattfindet, welche etwa in dem Erz enthalten sein könnten, das Cadmiummetall ausgenommen. Dieses nämlich ist noch flüchtiger als das Zink und kann daher mit diesem überdestillirt werden. Wir werden hiervon sprechen und zeigen, auf welche Weise man die Dämpfe des Zinks benutzt, um das Cadmium zu erzeugen.

Die Destillation des Zinks kann sehr einfach dadurch bewerkstelligt werden, daß man eine thönerne Retorte in einen stark ziehenden Ofen bringt, das Zink in kleinen Brocken hineingeworfen, schmilzt sehr bald und aus dem Halse der Retorte entwickeln sich die Dämpfe, welche nun verdichtet werden müssen. Da aber das Zink unter Zutritt der Luft bis zu solchem Grade erhitzt, nicht bloß schmilzt, sondern mit weißer Flamme vollständig verbrennt, so ist es unerläßlich, die Luft bei dieser Operation auszuschließen, aber auch dieses ist nicht schwierig, man braucht bloß den Hals der Retorte in ein Gefäß mit Wasser zu stecken. Der geringe Antheil Wasserstoff, welcher in der Retorte vorhanden ist, verschwindet sehr bald und von da ab geht die Destillation ohne Verbrennung vor sich.

Will man jedoch die Operation ein Wenig mehr in's Große treiben, so bedient man sich einer hiervon abweichenden Veranstaltung, welche in Fig. 1172 dargestellt ist.

Fig. 1172.



Der Hauptgegenstand ist ein Schmelztiegel mit einem Deckel a, welcher Deckel rundum mit Thon so lutirt ist, daß sich ein dicker Wulst bildet, der die Entweichung der Dämpfe vollständig hindert. In dem Schmelztiegel befindet sich das zu reinigende Zink, aber der Boden des Tiegels ist durchbohrt und es steckt darin eine Porzellan- oder Thonröhre ab, welche unten weit aus dem Tiegel herausragt und über einer Schüssel C mit Wasser gefüllt endet. Der Tiegel steht auf einem Kloß von Charmotte, welcher eine hinlänglich große runde Oeffnung hat, um der Röhre ab Durchgang zu gestatten.

Alles zusammen steht in einem Schmelzofen und ist von Kohlen so umgeben, daß dieselben sowohl unter, als neben dem Schmelztiegel, als auch auf dem Deckel desselben liegen, der mithin ganz und gar in die lebhafteste Gluth versetzt werden kann.

Wenn die Temperatur hoch genug ist, so kommt das geschmolzene Zink ins Kochen, seine Dämpfe entweichen durch die Röhre, können sich

innerhalb derselben, so weit sie im Schmelztiegel selbst befindlich ist, nicht verdichten, verlieren aber schon innerhalb des Aschenraumes unter dem Roste ihre hohe Temperatur, und wenn die Röhre bei b auch nur eine mäßige Länge außerhalb des Ofens hat, so erscheinen sie schon nicht mehr als weißer Rauch, sondern das Zink fällt metallisch tropfenweise in das untergesetzte Wasser. Vollkommen rein ist auch dieses Zink allerdings nicht, weil immer ein geringer Antheil der darin vorhandenen fremden Substanzen im Laufe der Destillation mitgerissen wird, denn die Temperatur, bei welcher dieselbe vor sich geht, ist in der Regel hoch genug, selbst vom Eisen noch Spuren in einen Zustand zu versetzen, in dem es möglich ist, durch die Zinkdämpfe mitgerissen zu werden.

Um das Zinkmetall im Großen zu reinigen, pflegt man das so eben beschriebene Verfahren zu befolgen, doch in solcher Art, daß mehrere, ja daß viele Tiegel in einem Ofen vereinigt stehen, in England aber pflegt man die Gewinnung des Zinks aus dem Erze auf eben diese Weise zu bewerkstelligen, welche eine absteigende Destillation genannt werden kann, im Vergleich mit der anderen, die eine aufsteigende ist. Da die Destillation und die Reduktion des Zinkerzes auf vollkommen gleiche Weise ausgeführt wird, der Unterschied lediglich darin liegt, was man in die Schmelztiegel füllt, so können wir hier beide Operationen mit denselben Worten beschreiben.

Fig. 1173.



Fig. 1173 zeigt den Ofen, dessen kegelförmiger Theil über der Erde steht, während der cylindrische untere Theil gewöhnlich unter der Erde liegt, sowohl das Fundament des Ofens bildet, als auch die Kammern enthält, in denen die Gefäße stehen, welche das Destillationsprodukt auffangen.

Der niedrig gewölbte Ofen gleicht fast ganz genau einem Glasschmelzofen, er hat eine senkrecht stehende cylindrische Mauer und auf dieser ein flaches Gewölbe, in demselben sind so viele Oeffnungen ausgespart, als in dem Ofen Schmelztiegel stehen sollen, die letzteren sind mit C bezeichnet. Der ganze gewölbte Ofen ist mit einem hohen kegelförmigen Mantel umgeben, welcher wiederum große Oeffnungen hat, die den Löchern in der Gewölbedecke entsprechen, die aber zugesetzt werden können während der Feuerung, da dieser Mantel den doppelten Zweck hat, die Ableitung der Hitze nach Außen zu verhindern, und für das Feuer im Innern

des Ofens einen solchen Zug zu veranlassen, daß eben die ausgebrannten Gase entweichen und unten die atmosphärische Luft mit einer Energie einströmt, welche geeignet ist, dem Brennmaterial die möglichste Nahrung, dem Feuer die größte Hitze zu geben. Die Tiegel sind sämmtlich unten durchbohrt und es ist darin eine Röhre von Eisen eingesetzt, welche oben mit einem hölzernen Stöpsel verschlossen ist. Die Tiegel stehen ganz frei auf der Sohle des Ofens und können von der Flamme rings umflossen werden. Man füllt dieselben mit dem zu destillirenden Zink oder mit dem Zinkerz, welches dann in dem oben angegebenen Verhältniß mit zerkleinerter Kohle gemengt ist.

Die Feuerung F wird gewöhlich mit Steinkohlen gegeben. Die Deckel sind mittelst Thon auf die Tiegel geklebt, deshalb dürfen die Arbeiter das Feuer nicht gleich in voller Kraft anwenden, die Hitze muß nur langsam gesteigert werden, weil sonst die Lutirung aufhört luftdicht zu sein und den Dämpfen des Zinks Austritt gestattet, was dann immer ein Verlust für den Fabrikanten ist.

Sobald die Tiegel an ihrer untersten Stelle glühend zu werden beginnen, verkohlt der Holzpfropf, welcher in jeder Röhre befindlich ist, da aber die Luft keinen Zutritt zu dem Innern der Schmelztiegel hat, so verbrennt die Köhle nicht, sondern bleibt als eine poröse Masse in der Röhre stecken, sie hindert mithin das Erz durch die Röhre abwärts zu fallen, setzt aber den Dämpfen des Zinks kein Hinderniß in den Weg, welche daher durch die Röhre tt entweichen und in den untergesetzten Gefäßen u, welche mit Wasser gefüllt sind, sich niederschlagen können.

Die Röhren verstopfen sich mitunter und werden dann durch einen Draht gereinigt, den man aber nicht von oben, sondern von unten einführt.

Dieses wie jedes andere Verfahren gewährt kein vollkommen reines Zink, da es jedoch auch nicht gerade von großer Wichtigkeit ist, die vollständige Reinheit zu bewerkstelligen, so sieht man, so weit es irgend thunlich ist, darüber hinweg und sucht nur das bequem Mögliche zu erreichen; eine gewisse Grenze aber muß dabei eingehalten werden, weil ein Zusatz von fremden Metallen, wenn dasselbe auch nur ¼ Prozent beträgt, doch schon genügend ist, die Streckbarkeit, Dehnbarkeit des Zinks (welche ohne dies nur eine künstliche, nur bei einem gewissen Wärmegrade stattfindende ist) zu vermindern, daher kann man sich des gewalzten Zinks zu den allermehrsten Versuchen, welche reines Zink voraussetzen, bedienen, nur da, wo es sich um eigentliche chemische Reinheit handelt, muß man das Zink auf dem Wege besonderer Läuterung sich in der verlangten Eigenschaft darzustellen suchen.

Das in Blöcken in den Handel kommende Zink enthält kleine Qu

tätten von Kupfer, Kadmium, Zinn, Arsen, Blei, Mangan, Eisen, wohl auch Kobalt und Nickel. Eisen befindet sich besonders in dem schlesischen Zink, es rührt von den Kesseln her, in denen es umgeschmolzen wird, doch sind die Mengen im Ganzen sehr gering, von Eisen $\frac{1}{10}$ Prozent, vom Blei $\frac{2}{10}$ Prozent, bei schlechter Waare allerdings auch wohl ein ganzes Prozent, von Cadmium $\frac{1}{10}$ Prozent, von Arsen $\frac{1}{1000}$ Prozent, aber auch von diesen geringen Mengen läßt sich durch die Destillation noch sehr viel beseitigen, wenn man nämlich so verfährt, daß man die ersten Antheile des übergehenden Zinks beseitigt, weil sie die flüchtigsten Substanzen, Cadmium und Arsen enthalten, und wenn man ferner die Destillation unterbricht, wenn noch etwa $\frac{1}{4}$ des eingesetzten Zinks in der Retorte zurückgeblieben ist. Was zwischen diesen beiden Grenzen übergeht, scheint beinahe rein zu sein, dann aber darf allerdings die Erhitzung nicht bis zur Weißglühhitze getrieben werden, bei Rothglühhitze aber verflüchtigt sich weder Kupfer, noch Eisen. Will man jedoch wirklich chemisch reines Zink haben, so bleibt kein anderer Weg als der nasse. Man muß sich durch Auflösung reines Zinkoxyd darstellen und dieses mit Kohle mengen, und aus einem thönernen Apparat destilliren.

Die Zinkblende wird nur selten zur Darstellung von Zink angewendet, wo man aber kein anderes Material hat, muß man sie wiederholt rösten, zuerst auf Haufen im Freien, und dann unter Zusatz von Salz innerhalb eines Flammenofens. Hierdurch wird der Schwefel entfernt und das zurückgebliebene Gemenge von Zinkoxyd und schwefelsaurem Zinkoxyd dann so behandelt, wie es in einer der vorher gegebenen Methoden dargestellt ist.

Das Metall ist jetzt zu einem sehr werthvollen geworden, weil es so wenig dem Oxydiren unterworfen ist, denn das blanke Metall wird an der Luft sowohl wie im Wasser sehr bald von einer dünnen, bläulich grauen Decke überzogen, welches ein Suboxyd des Metalles ist. Dieses hat die Fähigkeit, der ferneren Einwirkung von Luft und Wasser viel kräftiger zu widerstehen, als das reine Metall selbst, so bildet sich eine schützende Decke, deren Vorhandensein gestattet, daß man das Zink zu Badewannen, Wassereimern, Dachrinnen, ja, wie es jetzt sehr allgemein geschieht, zu ganz großen Bedachungen anwendet, wozu es sich in einem beinahe nicht geahnten Grade bewährt hat. Es kostet nicht den vierten Theil des Kupfers und nicht den achten Theil des Bleies, obwohl dieses letztere in ziemlich gleichem Preise mit dem Zink steht, aber das gewalzte Blei ist an sich schon theurer als das gewalzte Zink, ferner ist das Blei doppelt so schwer als Zink von gleicher Masse, endlich aber und hauptsächlich ist die Widerstandsfähigkeit des Bleies so sehr gering, daß man die Bleiplatten zur Dachdeckung wenigstens 4 Mal so dick nehmen muß, als die Zinktafeln.

Das Zink schmilzt nicht so leicht als man glaubt, es fordert eine Temperatur von mehr als 400 Grad C.

Wird die Erhitzung bis zur lebhaften Rothglühhitze fortgesetzt, so verbrennt das Metall mit blendend weißer Flamme, welche der des Phosphors gleicht nur substanziöser ist, man nimmt nämlich wahr, daß hier viel mehr Masse in der Luft schwebend vorhanden ist, als sich beim Verbrennen des Phosphors zeigt. Der weiße Dampf welcher sich hierbei bildet, wird von der Luft fortgeführt und schlägt sich an den Wänden der Feuerung nieder, man nannte diesen Niederschlag sonst Zinkblumen oder weißes Nichts (flores zinci, nihilum album, auch lana philosophica). Dieselbe Substanz wird erzeugt, wenn man das Zink an freier Luft schmilzt und bis zum Rothglühen erhitzt, man kann dieses Zinkoxyd von dem Metalle absondern und dasselbe nach und nach gänzlich oxydiren.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist dieses Metall keinesweges streckbar, es zerbricht nach allen Richtungen, vorzugsweise aber nach der Richtung des Durchgangs seiner Blätter, erwärmt man dasselbe jedoch bis 100 Grad und etwas darüber, so wird es so streckbar, daß es sich unter Walzen nicht nur zu großen Tafeln ausdehnen läßt, sondern daß man daraus Blättchen machen kann, welche viel dünner als das feinste Postpapier sind, sehr merkwürdig ist aber die Eigenschaft desselben, bei 200 Grad über 0 wieder spröde zu werden und zwar in einem solchen Grade, daß man dasselbe in einem Mörser, welcher gleiche Temperatur hat, zu einem feinen Pulver zerreiben kann.

Das Zink wird von den mehrsten Säuren sehr leicht aufgelöst, wenn man dazu verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure anwendet, so oxydirt es sich sehr rasch, indem es den Sauerstoff des Wassers aufnimmt und den Wasserstoff desselben befreit, der sich nunmehr entwickelt und zwar um so schneller, je besser das Zink vertheilt ist, je mehr Oberfläche, je mehr Berührunzspunkte es der Säure darbietet, daher ist granulirtes Zink besser als gefeiltes, Zink in Form von Drehspähnen aber besser als alles andere.

Sehr merkwürdig ist, daß chemisch vollkommen gereinigtes Metall den Angriffen dieser Säuren viel mehr Widerstand entgegensetzt, als weniger gerienigtes. Auffallend ist hierbei die Wirkung des Arsens. Bei gerichtlichen Versuchen zur Darstellung des Arsens im Falle vorliezender Vergiftungsanzeichen muß man sich, wie begreiflich, des chemisch reinen Zinkes bedienen, weil man ohne diese Vorsicht nicht wissen kann, ob das gefundene Arsen nicht in dem Zink enthalten war. So reines Zinkmetall mit Schwefelsäure übergossen, wird davon kaum angegriffen, bringt man nun aber etwas von dem Inhalt des Magens eines mit Arsen Vergifteten zu der Säure

so entsteht sofort eine so lebhafte Oxydation des Zinks, und in Folge derselben eine so rasche, stürmische Entwickelung von Wasserstoffgas, daß man genöthigt ist, diese Versuche mit großer Vorsicht anzustellen. War die Vergiftung nicht durch Arsen oder ein anderes metallisches Gift hervorgebracht, oder war der Verdacht überhaupt grundlos, so findet ein solches Aufbrausen nicht statt.

Das Zink ist eins der allerwirksamsten Metalle zur Erregung der Elektricität. Es ist das positivste Metall und alle anderen Metall treten mit demselben vereint (d. h. damit in Berührung) in den negativ-elektrischen Zustand, wo daher zwei Metalle, von denen eins Zink, mit einander in Berührung sind, wird das andere gegen Oxydation geschützt, indessen das Zink sich mit dem Sauerstoff verbindet. Diese Erfahrung hat man sehr bald an den Zinkbedachungen gemacht. Die Zinkplatten bekamen Löcher, das Dach war nicht wasserdicht. Um es zu repariren, stieg ein Dachdecker, ein Klempner hinauf, der löthete nun zwar die Löcher zu, aber weil er die Ursache der Zerstörung nicht entfernte, so mußte er bald wieder repariren, und so kam es, daß die Zinkdächer einen Theil ihres Kredits verloren. Man hätte einen Physiker auf das Dach schicken sollen, der hätte wahrscheinlich bemerkt, daß die Löcher in der Bedachung nur da gefunden wurden, wo die eisernen Nägel durch das Zink gedrungen waren. Das Eisen wird durch das Zink gegen die Oxydation geschützt, das Zink dagegen wird doppelt schnell zerstört. Jetzt nagelt man die Zinktafeln auf den Dächern nicht mehr mit eisernen Nägeln fest, sondern man wendet Nägel von Zink dazu an, und nunmehr „frißt das Wasser keine Löcher mehr in das Zink“, wie die Klempner sich darüber ausdrücken. Die mehrsten Metalle werden aus ihren Auflösungen durch das Zink gefällt. Bringt man in eine Auflösung von Kupfer, Blei oder anderen Metallen eine genügende Menge Zink, so werden jene aus ihrer Auflösung niedergeschlagen und das Zink wird an deren Stelle von der freigewordenen Säure aufgenommen.

Dies ist der Grund, warum man aus unreinem Zink auf nassem Wege reines Zinkoxyd und hieraus folglich reines Zink darstellen kann. Bei dem unreinen in Schwefelsäure gebrachten Zink verhindert eben dieses vorhandene Zink die Auflösung der dasselbe verunreinigenden Metalle, es würde dieselben sogar niederschlagen, wenn sie schon in der Auflösung vorhanden wären.

Scheidung des Zinks von den darin enthaltenen Metallen.

Gewöhnlich schlägt man das Zink aus den Auflösungen seiner Salze durch kohlensaures Natron nieder, man läßt die Flüssigkeit kochen und wäscht den gallertartigen Niederschlag des Hydrats von kohlensaurem Zink mit kochendem Wasser, sind aber Ammoniaksalze in der Lösung enthalten, so ist es nöthig, die Flüssigkeit bis zur Trockniß abzudampfen, damit das Ammoniak vollständig verjagt werde, man setzt deshalb auch wohl das kohlensaure Natron in einem geringen Ueberschuß zu. Nach dem Abdampfen wird der trockene Rückstand in kochendem Wasser aufgelöst und filtrirt.

Man schlägt mitunter auch das Zink im Zustande eines Schwefelmetalles aus seinen Auflösungen nieder, indem man Schwefelammonium dazu anwendet. In diesem aber muß die Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt werden, bis der dadurch entstehende Niederschlag sich wieder aufgelöst hat, alsdann erst setzt man das Schwefelammonium zu. Nunmehr übergiebt man die Flüssigkeit längere Zeit vollkommener Ruhe, wodurch sich ein Niederschlag von Schwefelzink bildet. Nachher auf ein Filtrum gebracht und mit Wasser gewaschen, löst man diesen Niederschlag noch feucht durch verdünnte Salzsäure, verjagt durch Erwärmung das sich bildende Schwefelwasserstoffgas und schlägt dann das Zink daraus nieder in dem Zustande eines kohlensauren Oxydes, indem man der Lösung kohlensaures Natron zusetzt.

Das Oxyd des Zinkes von Magnesiametall zu trennen, gelingt gleichfalls durch Schwefelammonium, man muß aber Sorge tragen, der Auflösung irgend ein Ammoniaksalz in solcher Menge zuzusetzen, daß bei der Niederschlagung des Zinks nicht das Ammoniak mit niedergeschlagen werde.

Die Trennung des Zinkoxydes vom Aluminium wird durch Ammoniak im Ueberschusse zugesetzt, bewerkstelligt. Dieses Alkali löst das Zinkoxyd auf und schlägt das Aluminium nieder, eine vollständige Trennung der beiden Körper ist jedoch schwer oder gar nicht zu bewerkstelligen, indem auch das Aluminium sich sehr merklich im Ammoniak auflöst.

Um das Zink vom Manganmetall zu trennen, wird dasselbe aus den Lösungen beider Metalle durch kohlensaures Natron gefällt, jedoch von dem Alkali gleichzeitig wieder aufgelöst, während das Manganoxyd in der Flüssigkeit unverändert bleibt. Wenn man nun einige Zeit diese gemischte Flüssigkeit in Berührung mit der Luft sich selbst überläßt, so verwandelt sich das Manganoxyd in ein Ueberoxyd, indessen findet die Scheidung beider mals vollständig statt, das Mangan nimmt immer etwas von dem

mit, man muß dieses in Chlorwasserstoffsäure lösen und nochmals durch einen Ueberschuß von Kali fällen.

Um das Zink vom Eisen zu scheiden, beginnt man damit, das letztere zu oxydiren, entweder durch Salpetersäure oder durch Chlor, dann bringt man durch einen Ueberschuß von Ammoniak den Niederschlag der beiden Metalle hervor. Durch den Ueberschuß wird das Zinkoxyd wieder aufgelöst und nur das Eisen bleibt gefällt und solchergestalt vom Zink geschieden. Da aber auch, wie bereits bei den anderen Scheidungen bemerkt, immer etwas Zinkoxyd in den Niederschlag mitgerissen wird, so thut man wohl, auch hier dieselbe Operation zu wiederholen.

Die Trennung von Kobalt und Nickel, welche nicht selten mit dem Zink vereinigt sind, bietet sehr große Schwierigkeiten dar. Die beste Methode scheint die zu sein, alle vorhandenen Metalle durch kohlensaures Natron niederzuschlagen und sie dann im Zustande der Oxydation nach vorhergegangener Glühung zu wägen.

Fig. 1174.



Man setzt sich nunmehr einen Apparat zusammen, welchen uns Fig. 1174 in seiner ganzen Fassung zeigt. D ist eine Kugel in eine knieförmig gebogene Röhre bcd geblasen, hier hinein bringt man die genau abgewogenen Oxyde. Das Knie der Röhre cd senkt sich in einen Kolben E, worin eine geringe Menge Wasser befindlich ist.

Auf der anderen Seite dieser Kugel D befindet sich ein Apparat zur Entwickelung von Chlor, ein Kolben A über einem kleinen Ofen stehend mit den nöthigen Materialien zur Entwickelung des Chlors besetzt (Manganüberoxyd und Salzsäure oder Manganüberoxyd, Kochsalz und Schwefelsäure). Durch den Stöpsel dieses Kolbens geht ein zweimal gebogenes Glasrohr, um sich in einen Cylinder D zu senken, worin etwas Wasser vorgeschlagen ist, um das Gas einigermaßen zu reinigen, was sich nunmehr in dem oberen verschlossenen Theil des Cylinders ansammelt, ist feuchtes

Chlorgas, welches durch eine mittelst Kautschuk verschlossene Röhre entweichen kann und dann in die Uförmig gebogene Glasröhre C gelangt, worin es an die Füllung desselben mit salzsaurem Kalk seine Feuchtigkeit absetzt, und nunmehr trocken in das kleine Gefäß D gelangt und über die Oxyde streicht, welche darin durch eine untergesetzte Spirituslampe erhitzt werden können.

Die Oxyde werden hierdurch in Chlormetalle verwandelt, das Chlorzink ist sehr flüchtig, destillirt durch die Röhre bcd nach dem Kolben E und condensirt sich daselbst in dem Wasser. Die Chlorüre vom Kobalt und Nickel bleiben in der Kugel D. Auf diese Weise von einander geschieden, kann man nunmehr die einzelnen Chlorüre reduciren und bestimmen.

Verbindungen des Zinks mit dem Sauerstoff.

Es entstehen hier drei Oxyde, von denen jedoch nur das eine, das basische Oxyd, genau genug bekannt ist. Man hält die graue Haut, welche das Zink an der Luft liegend, erhält für ein Suboxyd und das Superoxyd soll durch Kunst erzeugt werden können, indem man das gewöhnliche Oxyd mit oxydirtem Wasser behandelt.

Zinkoxyd, ZnO, enthält in 100 Theilen 80,2 Zink und 19,8 Sauerstoff. Es wird entweder dadurch erhalten, daß man Zink unter Zutritt der Luft verbrennt, oder dadurch, daß man kohlensaures Zinkoxyd erhitzt und dadurch die Kohlensäure verjagt.

Das Zinkoxyd hat als Farbematerial eine früher kaum geahnte Wichtigkeit erhalten. Während wir uns hier damit begnügen, Zink aus unseren Erzen zu gewinnen und Bauornamente oder Statuen daraus zu gießen, gehen unglaubliche Mengen dieses Metalles nach Frankreich, wo man Zinkweiß daraus bereitet und uns diese, das Bleiweiß ersetzende theure Farbe in noch größeren Massen zurückschickt. Dieses Material ist unzweifelhaft als Anstrichfarbe sehr werthvoll, es unterliegt z. B. nicht den Veränderungen durch Schwefelwasserstoffgas, denen das Bleiweiß ausgesetzt ist, wir thun daher sehr wohl daran, diese Farbe zu brauchen, aber nicht wohl daran, uns dieselbe nicht selbst zu machen, und zwar um so mehr, als die Fabrikation eine ungewöhnlich leichte ist.

Die Franzosen pflegen folgendes Verfahren einzuschlagen. In einem sehr langen, ähnlich den Galeerenöfen eingerichteten, Kanal werden Schmelztiegel von Thon gestellt, so daß deren einer vor jeder der 50 oder mehr

Oeffnungen des Ofens steht. Dieselben werden leer eingebracht und bis zum Glühen erhitzt. Dann wird Zink in kleinen Brocken hineingebracht und die Temperatur gesteigert, bis sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles jene graue Haut bildet, welche man als das Suboxyd zu betrachten gewohnt ist. Diese Haut wird von der geschmolzenen Oberfläche entfernt, sobald die Luft Zutritt zu derselben erhält, beginnt das Zink mit blendend weißer Flamme zu brennen, sich auf das Begierigste mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und das verlangte Oxyd zu bilden. Um davon nichts zu verlieren (weil es als Rauch entweicht) und um seine Bildung zu befördern, entfernt man die weiße leichte Masse mit einem eisernen Löffel, worauf immer von Neuem vermehrtes Aufflammen entsteht, bis nach und nach das Zink erschöpft ist. Man läßt es jedoch niemals dahin kommen, sondern senkt in die mit geschmolzenem Metall noch mehr als halb gefüllten Tiegel immer einzelne Stückchen Zink, welche sogleich zerfließen, oder man hat auch an verschiedenen Stellen des Ofens über den Schmelztiegeln Kessel eingemauert, in denen Zink in hinlänglicher Masse geschmolzen erhalten wird, woraus man dann den Schmelztiegeln das Fehlende zufüllt.

Dieses ist das Zincum oxydatum album via sicca paratum der Pharmakopöen, allein so ist es niemals rein, es könnte nicht einmal als Anstrichfarbe, viel weniger als Medikament verbraucht werden, denn es hat eine ziemlich beträchtliche Menge metallischen Zinks in fein vertheiltem Zustande eingeschlossen, es muß daher durch vorsichtiges Abschlemmen von dem Metall getrennt, gereinigt und dann getrocknet werden. Die zurückbleibenden metallischen Körnchen sind meistentheils sehr fein und können als granulirtes Zink benutzt werden, wo jedoch diese Fabrikation im Großen betrieben wird, hat man keine genügende Verwendung dafür, weshalb man dieses zerkleinerte Metall unter Bedeckung von Kohle einschmilzt.

Eine unreine Sorte dieses Präparats kommt auf den Zinkhütten ziemlich massenhaft vor, indem bei der Darstellung des Zinks aus seinen Erzen das theilweise verdampfende Zink zu Zinkoxyd verbrennt, es wurde sonst unter dem Namen nihilum album selbst in den Apotheken verkauft, obwohl es ein höchst unreines Produkt war, jetzt ist dasselbe durch das fabrikmäßig bereitete Zinkoxyd wenigstens aus den preußischen Apotheken verbannt.

Die Darstellung des weißen Oxydes aus seinem Zinksalze (wozu Regnault das salpetersaure Zink empfiehlt, wozu wir uns aber immer des viel wohlfeileren kohlensauren bedienen) wird folgendermaßen bereitet.

Man verdünnt englische Schwefelsäure mit ihrem dreifachen Gewicht Wasser und trägt da hinein Abfälle von Zinkblech oder Drehspähne oder

auf sonstige Art vertheiltes Metall so lange ein, bis selbst bei gelinder Erwärmung nichts mehr aufgelöst wird, sondern im Gegentheil metallisches Zink ungelöst bleibt, welches von Wichtigkeit ist, damit die durch Schwefelwasserstoffgas auszufällenden fremden Metalle, Blei, Kupfer, Arsen, Cadmium, nicht in die Auflösung kommen.

Unter solchen Umständen kann nur noch Eisen und Mangan in der Auflösung bleiben, so daß die Reinigung derselben durch Schwefelwasserstoffgas überflüssig ist. Eisen und Mangan aber befinden sich im Zustande des Oxyduls in dieser Lösung, man verwandelt sie in Oxyde, indem man Chlorwasser oder Chlorgas dazu bringt, bis die Lösung nach Chlor riecht. Man setzt nunmehr eine Auflösung von kohlensaurem Natron zu der Flüssigkeit, wodurch die beiden fremden Metalloxyde niedergeschlagen werden. Um aber sicher zu sein, daß keine Spur davon in der Zinklösung mehr zurückbleibt, so schreitet man lieber etwas weiter als nöthig, man giebt so viel kohlensaures Natron zu, daß außer dem Eisen und Mangan auch noch etwas kohlensaures Zinkoxyd mit niederfällt, wodurch der Niederschlag eine helle, bräunliche Farbe annimmt, nun kann man sicher sein, daß die Flüssigkeit nur das Zink enthalte.

Das Eisen und das Mangan im oxydirten Zustande haben beide eine größere Neigung, sich mit der Kohlensäure zu einem Salze zu vereinigen, als das Zinkoxyd, daher fallen sie zuerst nieder. Man will nun aber auch das Zinkoxyd im kohlensauren Zustande haben, deshalb setzt man zu der Lösung, nachdem sie vollkommen klar geworden und von ihrem Bodensatz abgegossen ist, noch ferner kohlensaures Natron (1 Theil Salz mit 6 Theilen Wasser) in solcher Menge, daß die vollständige Ausscheidung des Zinkoxydes erfolgt. Nach einigen anderen Angaben verfährt man umgekehrt. Man erhitzt das aufgelöste kohlensaure Natron bis zum Sieden und erhält dieses in solchem Grade, daß die dem kohlensauren Natron zugesetzte Zinklösung das Sieden nicht aufhebt, wodurch sich alsbald ein starker Niederschlag bildet, der sich mit dem zugesetzten Zink immerfort vermehrt. Man darf jedoch nicht so viel zusetzen, daß die alkalinische Wirkung vollständig aufhört, denn es ist von Wichtigkeit, daß stets ein Ueberschuß von kohlensaurem Natron vorwalte. Erkaltet nunmehr die Flüssigkeit und kommt sie zur Ruhe, so scheidet sich der Niederschlag in beträchtlicher Masse aus. Man gießt die Flüssigkeit ab, rührt den Niederschlag mit Wasser auf, läßt ihn nochmals kochen, und erst nachdem dieses geschehen, wird er auf ein Filtrum gesammelt und ausgewaschen.

Soll dieses kohlensaure Zinkoxyd in reines Zinkoxyd verwandelt den, so bringt man nach vorherigem sorgfältigen Trocknen dasselbe Schmelztiegel und erhitzt es darin gut bedeckt, damit es nicht zu

verunreinigt werde, so lange, bis alle Kohlensäure endlich entwichen ist, man erkennt dies daran, daß eine aus der Mitte des Tiegels genommene Probe in eine Säure gebracht, nicht mehr aufbraust.

Statt der Schwefelsäure zur Auflösung des Zinks kann man auch die Salzsäure benutzen, das Präparat soll sogar noch schöner werden.

Ist Alles vollkommen gut gelungen, so hat man ein schneeweißes sehr zartes Pulver, welches als Farbematerial ganz vortrefflich ist, sich sehr wenig verändert und auch ganz feuerbeständig, durch Glühen nicht zerstört wird. Dieses trockene Oxyd wird zwar durch starkes Erhitzen citronengelb, erhält jedoch beim Erkalten sein reines Weiß wieder.

Verbindungen des Zinks mit Schwefel, Selen und Phosphor.

In der Natur kommt die Verbindung von Schwefel und Zink häufig vor. Sie führt, wie wir wissen, den Namen Zinkblende, ist ziemlich schwer, denn sie hat ein specifisches Gewicht von 4. Die Verbindung ist jedoch niemals rein, nur aus Schwefel und Zink bestehend, sondern sie enthält immer Schwefeleisen, meistentheils auch Schwefelkadmium.

Künstlich kann Schwefelzink nur durch einen Umweg dargestellt werden, denn dasselbe schmilzt mit dem Schwefel nicht zusammen, der Schwefel verdampft viel früher, als eine Vereinigung der beiden Elemente eintreten kann. Wenn man aber Schwefelquecksilber (Zinnober) mit geraspeltem Zink in einer Retorte schnell und heftig erhitzt, so deplacirt das Zink den Merkur, vereinigt sich mit dem Schwefel, indessen das Quecksilber in Dampfgestalt aufsteigt und destillirt. Die Operation ist aber gefährlich, es entsteht eine Explosion, daher muß man die Retorte sehr groß und die hineingebrachten Materialien in sehr geringer Menge nehmen. Die natürliche Zinkblende ist gelb, braun, und wenn viel Eisen dabei ist, dunkelbraun, die künstliche, das auf die vorgedachte Weise bereitete Schwefelzink ist hellgelb, und ein Schwefelzink auf nassem Wege bereitet, durch Fällung des Zinks aus seiner Auflösung mittelst des Schwefelwasserstoffgases ist ganz weiß.

Selenzink kann durch Zusammenschmelzen der beiden Metalle gebildet werden, jedoch entsteht es nur an der Oberfläche des geschmolzenen Metalles, wenn man aber Zinkdampf und Selendampf mit einander verbindet, so erfolgt eine vollkommene Vereinigung, jedoch unter einer Explosion, weshalb auch hier große Vorsicht nöthig ist.

Phosphor und Zink werden verbunden, wenn man auf geschmolzenes Zinkmetall kleine Stückchen Phosphor wirft, es entsteht dadurch eine bleigrau aussehende metallisch glänzende Masse, worin jedoch Phosphor so locker enthalten ist, daß es sich beim Feilen und Hämmern durch den Geruch kund giebt.

Unter den Sauerstoffsalzen des Zinks ist das schwefelsaure Zinkoxyd, der sogenannte Zinkvitriol, ZnO,SO_3, besonders wichtig, daher man dieses Salz entweder künstlich darstellt, oder es aus den Grubenwassern der Bergwerke, welche Zinkblende enthalten, ausscheidet.

Man röstet die Zinkblenderze vorsichtig in großen Haufen, wobei sich ein Theil des Schwefelzinks in schwefelsaures Zinkoxyd umwandelt. Man laugt die so geänderten Erze mit Wasser aus, benutzt dieselbe Lauge wiederholt, um immer wieder neue Quantitäten gerösteten Erzes damit auszuziehen, bis die Lauge hinlänglich concentrirt ist, hierauf wird sie in bleiernen Pfannen abgedampft und in hölzerne Fässer gebracht, wo das Zinkvitriol auskrystallisirt.

Diese Krystalle sind aber nicht rein, sie werden daher in kupferne Kessel gebracht und in ihrem Krystallwasser (d. h. ohne Zusatz irgend eines Auflösungsmittels) geschmolzen, abgeschäumt und hierauf in hölzerne Tröge gebracht und umgerührt bis diese Salzmasse nach und nach bei gestörter Krystallisation erstarrt. Bevor dieses vollkommen geschehen ist, drückt man die Masse in Formen, häufig in Zuckerhutformen, da sie dann fest geworden, dem Hutzucker ähnlich sehen. Die Form ist begreiflicher Weise ganz gleichgültig. Rein ist das so umgeschmolzene Salz aber keinesweges, um es rein zu haben, muß man verfahren, wie oben bei der Darstellung des Zinkoxydes angegeben, zu seiner gewöhnlichen Anwendung in Kattundruckereien oder als Zusatz zu trocknenden Oelen bei der Firnißbereitung ist eine solche Reinheit auch gar nicht erforderlich, soll es aber in der Apotheke benutzt werden, so darf man natürlich dieses gewöhnliche käufliche gar nicht anwenden, sondern man muß dasselbe durch Auflösung von reinem Zink in Schwefelsäure bereiten.

Verbindungen des Zinks mit den Salzbildern.

Chlorzink, $ZnCl$, enthält in 100 Theilen 48 Theile Zink 52 Chlor, es entsteht sehr leicht dadurch, daß man Zinkspähne in dem Chlorgase erhitzt. Die Vereinigung geht so lebhaft vor sich, ...

lebhaftes Umhersprühen von Funken wahrnimmt. Man kann es auch durch Destillation eines Gemenges von gleichen Theilen Zinkoxyd und Kochsalz darstellen. Es erscheint als eine weißliche butterartige Masse, welche man auch Zinkbutter nennt. Es schmilzt bei 105 Grad, ist im Wasser und Alkohol sehr löslich, aus der Auflösung im letzterem erhält man kleine Krystalle, welche Chlorzink und Alkohol enthalten.

Brom verbindet sich mit dem Zink, wenn man das letztere im glühenden Zustande in Bromdämpfe bringt. Die Verbindung **Bromzink**, ZnBr, ist sublimirbar bei höherer Temperatur, doch nur unter Ausschluß der Luft.

Jodzink, ZnI, entsteht sehr leicht, wenn man fein zertheiltes Zink und Jod zusammenbringt. Das Präparat ist leicht schmelzbar, sublimirbar und schießt aus seinen Dämpfen in feinen Nadeln an.

Legirungen des Zinks.

Wir müßten das mehrste bereits bei dem Kupfer und Nickel Gesagte wiederholen, wenn wir Messing und Neusilber hier nochmals anführen wollen, über diese Legirungen siehe also die angeführten Artikel.

Bemerkenswerth aber ist noch, daß schmelzendes Zink das Eisen auflöst und zwar in nicht unbeträchtlicher Menge. Dies ist der Grund, warum in dem schlesischen Zink immer Eisen vorkommt, dasselbe wird nämlich nach seiner oben beschriebenen Destillation in eisernen Kesseln umgeschmolzen, um in Blöcke gegossen zu werden. Es ist schwer faßlich, warum man, dieses einmal wissend, noch bei dieser Art der Umschmelzung bleibt, denn nicht allein wird das Zink dadurch verunreinigt, sondern auch die eisernen Gefäße werden nach und nach sehr stark angegriffen. Das Zink, welches so verunreinigt ist, zeigt sich beträchtlich leichter löslich in Säuren als reines Zink.

Cadmium, Cd.,

ist ein steter Begleiter des Zinks, zeigt sich immer in dessen Erzen, gehört aber dennoch zu den seltenen Metallen, weil die Menge, in der es vorkommt, nur eine sehr geringe ist. Man kennt dasselbe erst seit 40 Jahren und hatte früher von seiner Existenz keine Ahnung, bis im Jahre 1817 die Chemiker Hermann und Strohmeier die Reinheit eines Zinkoxydes untersuchten, welches zum Gebrauch in der Apotheke bestimmt war. Dasselbe wurde aufgelöst und mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, dabei bildete sich ein gelber Niederschlag, den man für Schwefelarsen hielt. Es mußte diese Ansicht festgestellt, sie mußte widerlegt oder bestätigt werden, deshalb wurde der Niederschlag genau untersucht, und es ergab sich, daß man hier ein neues Metall vor sich habe, welches von dem Galmei (cadmia fossilis) Cadmium genannt wurde, weil es in dem Galmei, dem Zinkerz enthalten war.

Dasselbe kann in der Regel nur aus der Zinkblende dargestellt werden, doch giebt es ein seltenes Mineral, welches Greenockit heißt und welches reines Schwefelcadmium ist.

Es giebt zwei verschiedene Wege, das Metall darzustellen. Wir haben oben beschrieben, wie in den schlesischen, auch in den engländischen Hütten das Zink aus seinen Erzen abdestillirt wird, vorausgesetzt, daß dieses nicht Blende, sondern Galmei sei. Bei dieser Destillation enthält der zuerst übergehende Antheil beinahe die ganze Menge der flüchtigen Metalle, Cadmium und Arsen. Ein Aehnliches findet statt bei dem Verbrennen des Dampfes, der sich am Anfange der Operation entwickelt, es zeigt sich ein bläulich gefärbtes Zinkoxyd, welches 5 bis 6, ja sogar bis 11 Prozent Cadmiumoxyd enthält.

Aus diesem Oxyde wird das Cadmium abgeschieden, indem man es mit dem vierten Theile seines Gewichts Kohlenpulver in thönerne Retorten bringt, welche ein eisernes Rohr zur Vorlage haben, worin sich das Cadmium mit metallischem Zink und Zinkoxyd vereinigt, niederschlägt. Es bildet dabei ein graues Pulver, welches metallglänzend ist, und auch durch seine Schwere sein metallisches Wesen verräth.

Der so gewonnene Staub wird nochmals mit Kohlenpulver gemengt und wieder behandelt wie vorher, wobei man jedoch die Temperatur so niedrig hält, wie es irgend möglich ist, damit das leicht zu verflüchtigende Cadmium sich von dem etwas schwerer flüchtigen Zink sondere.

Es ist auch bei dieser zweiten Destillation keineswegs rein, man nimmt daher die Arbeit zum dritten Male vor, und nun erst schmilzt man es zusammen, wobei es sich unter dem Hammer dehnbar zeigen muß. Ist es dagegen spröde, so ist es noch nicht rein von Zink, und man muß alsdann die Operation zum vierten Male vornehmen.

Reiner und sicherer erhält man dieses Metall auf dem nassen Wege. Das zuerst übergegangene unreine Zinkoxyd (oder auch, aber weniger vortheilhaft, das Zinkerz selbst) wird in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst. Durch die abgesetzte klargewordene Lösung läßt man einen Strom von Schwefelwasserstoffgas streichen. Der Schwefel verbindet sich mit dem Cadmium und schlägt dasselbe als Schwefelcadmium nieder.

Man löst nunmehr diesen Niederschlag, nachdem er vorher auf einem Filtrum gesammelt und gewaschen worden war, in Salzsäure auf. Zu der Lösung thut man kohlensaures Ammoniak, welches letztere sich mit der Salzsäure verbindet, indessen die Kohlensäure zum Schwefelcadmium tritt, den Schwefel verjagt und kohlensaures Cadmiumoxyd bildet. Dieses schlägt sich nieder, wird nach vorherigem Waschen und Trocknen mit Kohle innig gemengt und in einem gut bedeckten Tiegel bei mäßiger Rothglühhitze reducirt.

Der gewonnene Regulus, das Cadmiummetall ist beinahe zinnweiß, glänzt sehr stark, hat ein dichtes Gefüge, hat ein specifisches Gewicht von 8,6, welches durch Hämmern auf 8,7 steigen kann, ist ein Wenig härter als Zinn, ist zwar geschmeidig und biegsam, aber scheint dabei doch eine Art von Zerreißung zu erleiden, denn es schreit beim Biegen wie das Zinn, sonst ist es dehnbar und läßt sich auch leicht feilen.

An der Luft verändert es sich nicht, es oxydirt beinahe gar nicht bei gewöhnlicher Temperatur, es schmilzt bei 360 Grad, verdampft bei etwas höherer Temperatur, welche dem Siedepunkt des Quecksilbers entspricht, und verbrennt, wenn man den Dampf entzündet, ganz gleich dem Zink, aber nicht mit einer weißen Farbe zu einem weißen Oxyd, sondern mit brauner Farbe zu einem braunen Cadmiumoxyd. Dieses braune Oxyd ist ein Mittel, die Anwesenheit des Cadmiums in den Zinkerzen zu entdecken. Wenn man diese nämlich vor dem Löthrohre röstet und schmilzt, so bildet sich beim Vorhandensein von Cadmium in dem Erze ein brauner Niederschlag auf der Kohle, welcher eben aus Cadmiumoxyd besteht. Ist das Zinkerz frei von Cadmium, so bemerkt man solchen Anflug nicht.

Das Cadmium ist in Salzsäure und in Schwefelsäure, am besten aber in Salpetersäure auflöslich. Um seine Reinheit zu prüfen, wendet man immer diese Letztere an, schlägt die Lösung durch Schwefelwasserstoffgas nieder, und erhält im Falle der vollkommenen Reinheit einen citronengelben Niederschlag von ungewöhnlicher Schönheit der Farbe. Gießt man die

Flüssigkeit von dem Niederschlage ab, so darf sich darin kein Metalloxyd mehr finden, besonders darf durch Schwefelammonium kein weißer Niederschlag entstehen. Dieser würde Zink verrathen.

Cadmium und Sauerstoff.

Cadmiumsuboxyd, Cd_2O, soll dadurch erhalten werden, daß man ein Salz des Cadmiums, das oxalsaure Cadmiumoxyd, in einer Retorte erhitzt bis nahe zum Schmelzpunkt des Bleies. Es entweichen dabei die Bestandtheile der organischen Säure in Gasgestalt, indem sie einen Theil des Sauerstoffes dem Cadmiumoxyde entziehen und es im Zustande des Suboxydes zurücklassen.

Dasselbe ist grün von Farbe, verbindet sich an der Luft bald mit Sauerstoff, indem es einen braunen Rauch entwickelt, welcher Cadmiumoxyd ist. Verdünnte Säuren bewirken eine eigenthümliche Zersetzung, indem sie einem Theile desselben seinen Sauerstoff rauben und es zu Metall reduciren, den entzogenen Sauerstoff aber auf den anderen Theil übertragen und denselben höher oxydiren, d. h. in Oxyd verwandeln.

Cadmiumoxyd, CdO, ist die zweite Oxydationsstufe, welches man auf verschiedene Weise darstellen kann, theils ganz direkt, indem man das Metall unter Zutritt der Luft verbrennt, theils dadurch, daß man kohlensaures Cadmium ausglüht. In diesem letzten Falle erscheint es als braunes Pulver, wendet man salpetersaures Cadmiumoxyd an, so wird das daraus dargestellte Oxyd krystallinisch und erscheint blauschwarz, gegen das Licht gesehen aber braun.

Cadmium mit Schwefel.

Schwefelcadmium, CdS, hat in 100 Theilen 77,7 Cadmium 22,3 Schwefel. Es ist dieses das bereits angeführte Mineral Gr... besteht aus schönen gelben, sehr glänzenden Krystallen, welche ... sches Gewicht von 4,9 bis 5 haben. Die Krystalle ... seitigen Pyramiden, sie haben die Härte des Kalkspa...

Die Erzeugung des künstlichen Schwefelcadmiums ist von Wichtigkeit, weil derselbe eine ungemein schöne, feuerbeständige Farbe für Porzellan- und Glasmalerei abgiebt. Das Zusammenschmelzen des Cadmiums mit dem Schwefel gelingt nicht gut, besser schon geht es, wenn man Cadmiumoxyd mit Schwefel erhitzt, aber der sicherste Weg ist der der Niederschlagung aus einer Cadmiumsalzlösung vermittelst des Schwefelwasserstoffgases. Man erhält es dann als äußerst feines, prächtig gelbes Pulver, welches theils für sich allein, theils mit Blau gemischt, zu Grün angewendet werden kann, es steht dem Chromgelb in keiner Weise nach, außer darin, daß es wegen der Seltenheit des Metalles einen viel höheren Preis hat, sonst würde man es in der Seidenfärberei und in der Kattundruckerei benutzen. Die Versuche sind gemacht worden und zwar so, daß man schwefelsaures Cadmiumoxyd zum Druck benutzte und dieses, auf dem Zeuge befestigt, durch schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium in Schwefelcadmium verwandelte.

Das Präparat wird beim Erhitzen bräunlich und dann sehr schön carmoisinroth, es schmilzt erst bei der Weißglühhitze und krystallisirt dann beim Erkalten zu einer blättrigen Masse.

Verbindungen mit den Salzbildern.

Chlorcadmium, CdCl, wird erzeugt, indem man Cadmium oder dessen Oxyd, oder Schwefelcadmium mit Salzsäure löst, die Lösung verdampfen und dann krystallisiren läßt. Man erhält Prismen, welche an der Luft leicht verwittern, es ist schmelzbar und läßt sich subliniren.

Bromcadmium, CdBr, ist leicht darzustellen, indem man Cadmium mit Brom und Wasser digerirt, man erhält beim Verdampfen lange Nadeln.

Jodcadmium, CdJ, wird gleichfalls dadurch dargestellt, indem man Cadmium mit Jod und Wasser auflöst. Nach dem Verdampfen erhält man große sechsseitige Tafeln.

Arsen.

Das Erz dieses Metalles, welches wir gewöhnlich Arsenik nennen, ist lange Zeit gar nicht so betrachtet worden, als schlösse es ein Metall ein. Der Arsenik war schon in uralten Zeiten bekannt; aber der Begriff, welchen man damit verband, war ziemlich verworren. Vor allen Dingen glaubte man, Arsenik sei etwas dem Schwefel Aehnliches. Die Schwefelverbindungen desselben, der rothe Arsenik und der gelbe Arsenik oder das Auripigment wurden von dem weißen Arsenik nicht weiter unterschieden. Nur die alten Schriftsteller sagen über diesen Gegenstand, „wenn man rothen Arsenik in einem irdenen Topfe glühe, bis er brenne und aufhöre zu brennen, so verändere er seine Farbe und werde weiß", von den Eigenschaften dieses höchst gefährlichen Körpers spricht weder Plinius noch Dioskorides. Die erste bestimmte Kenntniß von dem weißen Arsenik findet sich im 8. Jahrhundert, indem der arabische Arzt Geber bemerkt, daß man weißen Arsenik durch Sublimation des gelben oder rothen erhalte und daß das Sublimat nicht mehr brennbar sei, während dasjenige, wovon man es erhält, sehr wohl verbrenne. Bis zum 17. Jahrhundert war man noch immer der Meinung, daß Arsenik dem Schwefel vollständig ähnlich sei, erst Kunkel bestreitet dieses und es dauerte bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts, ehe man lernte, das Arsenmetall darzustellen.

Jetzt herrscht über diesen Gegenstand nirgends mehr ein Zweifel, denn das Arsenmetall kommt in der Natur gediegen vor und kann aus seinen Sauerstoff- oder Schwefelverbindungen künstlich dargestellt werden.

Metallisch, d. h. gediegen, erscheint es vorzugsweise in den Erzgebirgen von Sachsen und Böhmen, es kommt daselbst in schwarzgrauen, kugelförmigen oder nierenförmigen Massen vor, welche sich in rundliche Schalen spalten, daher der Name Scherbenkobalt oder Näpfchenkobalt; eine Bezeichnung, welche übrigens nur von den Bergleuten gebraucht wird, da die Mineralogen und Chemiker sehr wohl wissen, daß das Kobaltmetall hier nicht mit im Spiele ist, allein dieses Arsenmetall dient zur Vererzung anderer Metalle, unter denen Kobalt am häufigsten mit Arsen vorkommt, so der Speiskobalt und der Glanzkobalt. Bei Nickel geschieht Aehnliches und der sogenannte Kupfernickel ist ein Produkt des Nickels in der Vererzung mit Arsenik. Beim Kupfer ist das Fahlerz eine ähnliche Be-bung, auch Eisen kommt mit dem Arsen verbunden vor.

Arsen ist ein Metall von stahlgrauer Farbe und starkem Met[…] daß es, in den Gängen aufgefunden, beinahe schwarz aussieht, [...]

von her, daß es sehr leicht anläuft und sich dann mit einer dunklen Oxydschicht bedeckt, entfernt man diese durch die Feile, so kommt auch bei dem gewöhnlichen gediegenen Arsen die hellgraue Farbe und der Metallglanz zum Vorschein. Das Arsen krystallisirt sehr leicht, aber die Form der Krystalle, welche spitze Rhomboëder bilden, ist schwer zu erkennen, zum Theile, weil sie sich nur selten vollständig ausbilden, zum Theil aber auch, weil das Arsen sehr spröde ist, die kleineren Krystalle also sehr leicht zerbrochen werden.

Arsen hat ein specifisches Gewicht von beinahe dem Sechsfachen des Wassers. Genauer kann man sagen 5,96. Wenn man das Metall bis zur Rothglühhitze bringt, so verflüchtigt es sich und man kann es auf diese Weise sublimiren, wenn man jedoch ein genau verschlossenes Gefäß anwendet, wodurch man durch den Druck der Arsenikdämpfe selbst eine größere Spannung erzielen kann, als die atmosphärische Luft gewöhnlich giebt, so läßt sich Arsen schmelzen. Im Kleinen kann dies sehr leicht geschehen, wenn man etwas von dem gediegenen Metall in eine Glasröhre bringt, die man auf beiden Seiten zuschmilzt. Der Dampf ist farblos und ist zehnmal so schwer als atmosphärische Luft, er übt, wenn die Röhre durchweg so heiß gemacht wird, daß der Dampf sich nirgends niederschlägt, einen hinlänglich starken Druck aus, um das Metall darunter in Fluß zu bringen, so daß man bei geeigneter Neigung der Glasröhre das geschmolzene Metall darin hin und her fließen lassen kann.

An freier Luft verdampft, riecht dieser Dampf äußerst stark nach Knoblauch, und bei Arsenikvergiftungen pflegt man diesen Geruch als ein charakteristisches Kennzeichen anzusehen, allerdings muß dazu erst der Arsenik aus der Leiche, d. h. aus dem Mageninhalte dargestellt werden. Wie begreiflich, hat man viel bessere und genauere Prüfungsmittel, von denen später die Rede sein wird.

Im Handel kommt Arsenmetall niemals vollkommen rein vor, das käufliche Arsen ist entweder der obengedachte Scherbenkobalt oder es ist ein Sublimat, welches durch Erhitzung von Arsenikkies gewonnen wird, dann eine bröckliche, aus glänzenden Metallflittern bestehende Masse bildet, die merkwürdiger Weise von den Apothekern noch immer Cobaltum genannt, im gemeinen Leben aber als Fliegenstein bezeichnet wird. Will man das Arsen rein haben, so muß man das käufliche sublimiren, was äußerst leicht ist, indem schon ein gewöhnliches Medizinglas dazu benutzt werden kann. Man schüttet das zerkleinerte Arsen in solch' ein Glas oder in einen Kolben, in eine Retorte, erhitzt den Theil, in welchem das Metall ist, während der andere Theil in dem Zustande bleibt, den er bei der Entfernung des Feuers von selbst annehmen will.

An diesem keineswegs kalten, aber doch viel kälteren Theile des Kolbens oder des Glases schlägt sich das Arsen als eine Kruste von glänzenden, blättrigen Schuppen nieder. Groß und sehr schön werden diese Krystalle, wenn man eine etwas größere Masse anwendet, man bringt dieselbe in einen Tiegel, der in ein Sandbad gestellt und durch dieses erhitzt wird. Sobald sich Dämpfe bemerklich machen, stürzt man über diesen einen zweiten Tiegel, fährt mit der Erhitzung noch eine Zeit lang fort und läßt dann Alles langsam erkalten.

In dem oberen Tiegel zeigt sich nunmehr das Arsenmetall in schön ausgebildeten Krystallen. Macht man diese Operation in einer Glasröhre und mit einer nur sehr geringen Menge, so entsteht fern von der Erhitzungsstelle der sogenannte Arsenspiegel. Das verflüchtigte Metall schlägt sich an der entfernten Stelle als dünner Ueberzug nieder und zeigt nach auswendig eine dunkle, spiegelglänzende Fläche von braunschwarzer Farbe.

In trockener Luft bleibt das Metall lange Zeit glänzend, in feuchter Luft wird es sehr bald schwarz, mit Wasser benetzt, verwandelt es sich in jenes bekannte Gift, welches man Arsenik nennt und welches arsenige Säure ist. Auch beim Erhitzen unter Zutritt der Luft verwandelt es sich auf dieselbe Weise.

Mit den Metallen verbindet sich das Arsen sehr leicht zu sogenannten Arsenmetallen. Oxyde, welche basisch wären, bildet es nicht, seine Sauerstoffverbindungen sind Säuren, daher schließt es sich dem Tellur und dem Antimon in seinen Eigenschaften an, und daher ist es auch so lange zweifelhaft gewesen, ob Arsen ein Metall oder ein Nichtmetall sei. Eine Verwendung findet dieses Metall durchaus nicht, theils weil es nicht wohl zu bearbeiten ist, spröde, nicht dehnbar, keinen technischen Werth hat, theils aber, weil es viel zu gefährlich wäre, sich desselben zu bedienen. Irgend welche Speise mit einem Löffel von Arsenmetall genossen, würde zu Gift werden.

Wenn man Arsenmetall in Sauerstoffgas erhitzt, so verbrennt es mit einer bläulichen Flamme, aber schon in der atmosphärischen Luft geschieht dasselbe, nur dürftiger und mit blasserer Flamme. Die Erhitzung braucht dabei nicht einmal bis auf 200 Grad zu steigen, das Metall ist also eins der allerverbrennlichsten.

Das Metall löst sich in Salpetersäure und in Königswasser auf und wird dadurch in arsenige oder in Arsensäure verwandelt. Mit den anderen Metallen zusammengeschmolzen, macht es dieselben spröde und brüchig, und wird also nicht angewendet, außer etwa, wo man dieses ausdrücklich [illegible] will, wie z. B. das Blei im Schroote hart sein soll. Zum Be

des Kupfers wird es gleichfalls gebraucht, allein so silberähnlich gemachtes Kupfer läuft sehr schnell an.

Will man Arsenmetall fabrikmäßig darstellen, so wendet man hierzu gewöhnlich den gediegenen Arsenik, demnächst aber auch das Arsenikeisen an. Dasselbe wird in steinerne Retorten gebracht, welche man in große Galeerenöfen legt, so daß sie doppelte Reihen bilden, wie Fig. 1175 darstellt.

Fig. 1175.



a a zeigt uns die Retorten über einander liegend und neben einander liegend in vier langen Reihen. Auf dem Feuerherde d befindet sich die Feuerung, welche nicht übermäßig stark zu sein braucht. Der Rauch und die ausgenutzten Gase entweichen aus vielen in der gewölbten Decke angebrachten Oeffnungen c. Die Retorten enthalten das rohe Arsenmetall, die Vorlagen r gleich den Retorten von Thon sind aber keineswegs bestimmt, um das sublimirte Metall aufzunehmen, sondern sie dienen, um die Vergiftung der Atmosphäre, in welcher die Fabrikleute arbeiten müssen, möglichst zu verhindern, das Arsenmetall selbst setzt sich zwischen Retorte und Vorlage ab. Diese beiden thönernen Gefäße sind durch Röhren von Eisenblech verbunden, welche wir in b b sehen, das Blech ist nur oberflächlich zusammengebogen, und wenn die Sublimation beendigt ist, nimmt man Retorte und Vorlage auseinander und biegt die Blechröhren auf, hierdurch fällt das spröde Metall sogleich davon ab und wird in diesem Zustande in den Handel gebracht. In den Vorlagen befindet sich ein graues Pulver, welches entstanden ist durch Oxydation eines Theiles des Metalles, welches sich gemischt hat mit dem unverändert übergegangenen Arsen, dieser Inhalt der Vorlagen wird bei einer neuen Sublimation dem Arsen in den Retorten zugesetzt.

Verbindungen des Arsens mit dem Sauerstoff.

Man kennt drei Oxydationsstufen dieses Metalles, deren eine die unter dem Namen Arsenik allgemein bekannte arsenige Säure ist, eine höhere Oxydationsstufe ist die Arsensäure, eine niedrigere ist das Suboxyd, diejenige graue Substanz, welche dem blanken Arsenmetall, wenn dasselbe in feuchter Luft liegt, sehr bald eine schwarze Oberfläche giebt. Dieses Suboxyd ist übrigens so wenig bekannt, daß sich darüber kaum etwas feststellen läßt, da es überhaupt nur immer als Anflug erscheint, so ist es für sich kaum in genügender Menge darzustellen, um untersucht zu werden.

Die arsenige Säure, AsO_3, ist das viel wichtigere Produkt, und es wird, da es ein wichtiger Gegenstand für die technischen Gewerbe ist, in sehr großen Massen entweder fabrikmäßig dargestellt, oder als Nebenprodukt bei Behandlung arsenhaltiger Erze gewonnen.

Die arsenige Säure, allgemeiner unter dem Namen weißer Arsenik oder Rattengift bekannt, wird vorzugsweise zur Darstellung verschiedener mineralischer Farben gebraucht, demnächst dient sie als Hauptmittel zur Vertilgung der Ratten und Mäuse, da sie aber farblos ist, keinen erkennbaren Geruch und auch keinen Geschmack besitzt, so wird sie von Verbrechern meistentheils zu Vergiftungen benutzt. Man bedarf nur sehr wenig von dieser höchst gefährlichen Substanz, kann sie sehr leicht mit Speisen mischen und so verdachtlos ein Verbrechen begehen, welches sich erst in seinen furchtbaren Folgen offenbart, da aber dieses Metalloxyd in der Regel gar nicht in den Körper übergeht, sondern seine zerstörenden Wirkungen schon im Magen vollendet, so ist nichts leichter als die Entdeckung einer Arsenikvergiftung durch Darstellung der arsenigen Säure, und der Verbrecher fängt sich solchergestalt gewöhnlich in seiner eigenen Falle. Wir werden die Ermittelung der Arsenikvergiftungen in einem eigenen Artikel ausführlich betrachten.

Darstellung der arsenigen Säure.

Gewöhnlich wird dieses Material als Nebenprodukt bei dem R[illegible] arsenhaltiger Erze gewonnen, es bildet sich bei dieser Operation aus erhitzten Arsen und dem zur Röstarbeit erforderlichen Sauerstoff der

enik. Die Dämpfe desselben, welche von dem Kobalt-, Nickel- oder nerze entweichen, fängt man auf, indem man sie in geräumige, nicht schlossene Kammern leitet. Diese Oefen haben eine eigene Einrichtung, che wir näher betrachten müssen.

Fig. 1176.



Figur 1176 zeigt einen Durchschnitt solches Röstofens und Figur 1177 t die äußere Ansicht desselben, wie er in Schlesien üblich ist. r r zeigt

Fig. 1177.



die Platte, auf welcher die Erze geröstet werden sollen. Dieselbe ist Ziegeln zusammengesetzt und ruht auf Eisenstangen. Das Erz wird

zuerst in Schlich verwandelt und kommt so als Pulver auf die große Tafel. Bei f sieht man den Rost des Feuerherdes und darunter bei o das Aschloch. Die Flamme wird geleitet von f unter der Sohle r hinweg nach dem wieder abwärts gehenden Kanal k, welcher sich in zwei Arme theilt und von dem Hintergrunde aus innerhalb der Mauer des Ofens schräg aufwärts geht, woselbst jeder Arm ziemlich in der Mitte des Ofens empor steigt und sich dann zu einem, beiden Kanälen gemeinschaftlichen, Schornstein S vereinigt. Das Erz kann durch die Oeffnung t auf die Röstplatte geschüttet werden, man muß dasselbe jedoch flach ausbreiten können, und deswegen befindet sich an der Vorderseite des Ofens in der Wand, welche den Feuerherd nach außen begrenzt, ein Querschlitz, der mit n bezeichnet ist, durch diesen kann die Luft zu dem glühenden Erze strömen, durch diesen kann man den Gang der Operation gefahrlos beobachten und durch diesen endlich bringt man eiserne Krücken mit sehr langen Stielen ein, vermöge deren man die zu röstende Masse bequem vertheilen kann. Damit die Arbeit nicht zu schwer werde, befindet sich an dieser Oeffnung ein eiserner Cylinder, auf welchem der Stiel der Krücke ruht, so wird das Schieben und das Zerrühren des Materials sehr erleichtert, indem das Gewicht der Stange durch die Rolle getragen ist. Ueber dieser Gegend des Ofens befindet sich noch ein besonderer Rauchfang m, welcher den Austritt der Luft aus dem Ofen nach dem Arbeiter hin unmöglich macht, indem er die erhitzten Luftmassen nach oben entführt.

Sobald das Feuer unter der Röstplatte kräftig genug zu wirken beginnt, so steigen Dämpfe des Arsenmetalles auf, welches sich sogleich mit dem Sauerstoff der stark erhitzten atmosphärischen Luft, welche über die Platte hinwegströmt, verbindet. Da man aber diese Dämpfe auffammeln will, so kann man sie nicht mit dem Rauchfang in Berührung bringen, sondern man muß ihnen einen eigenen Weg anweisen, dieser zeigt sich in g, in einem Kanal, der die ganze Breite der Röstplatte hat, und durch eine rechtwinklige Biegung nach dem sogenannten Giftthurm u führt, welcher geräumig genug ist, um nicht so leicht durch die einströmenden Dämpfe erhitzt zu werden, und ihnen daher Gelegenheit bietet, sich abzukühlen.

Sobald die Röstung vollendet ist und man das Arsenmetall abgetrieben hat, bringt man den Rückstand von der Herdplatte, der die übrigen brauchbaren Metalle Kobalt oder Nickel enthält, durch lange Kratzeisen hinweg, man zieht das geröstete Erz nach vorn, wo unter dem Rauchfang [illegible] sich ein breiter Spalt befindet, welcher zum Theile mit Wasser gefüllt [illegible] sie werden sogleich abgekühlt und finden von diesem Raume aus [illegible] ihre weitere Verwendung. Was in dem Giftthurme sich angesetzt [illegible] Arsenikmehl oder Giftmehl genannt, es ist die arsenige [illegible]

[...]en der Fabrikant beabsichtigt, sie ist jedoch sehr unrein und fordert eine nochmalige sorgfältigere Behandlung, auch eine Umwandlung [ä]ußeren Form wird gleichzeitig damit bezweckt, der Kaufmann will sie [...]ch nicht als Mehl haben, sondern verlangt sie in festen, ziemlich [...]n Klumpen, die Reinigung sowohl als diese Umwandlung wird auf [...]de Weise eingeleitet.

Fig. 1178.



[W]ir sehen in Figur 1178 zwei Oefen neben einander, den einen der- im Durchschnitt, den andern dicht daneben stehenden in der vorderen [...]t. So wie diese zwei neben einander stehen, so hat man deren [...]g, auch vierzig, welche alle in gleicher Weise zusammengesetzt sind. will die arsenige Säure sublimiren, sie soll aber dabei halb ge- [...]zen werden, dieses wird erreicht, wenn man den Theil des Gefäßes, [w]elchen sich das Sublimat niederschlagen soll, stark genug erhitzt, um [p]ulverartige Ablagerung zu verhindern. Alles dieses wird durch die [...]zeichnete Anordnung erreicht. Wir sehen einen eisernen, ziemlich [K]essel c mit breitem Rande in die Flammen eines Ofens eingesenkt.

Auf diesem Rande sind drei kurze Cylinder h von gleichem Durchmesser mit dem Kessel aufgesetzt und durch Schrauben daran befestigt. Der obere Theil eines jeden solchen verlängerten Kessels ist mit einem blechernen Trichter i bedeckt, welcher in eine Kammer von Mauerwerk, die sogenannte Giftkammer, hineinragt. Alles dieses muß gut an einander schließen, damit kein Gift in die Arbeitsräume übertrete, was übrigens doch keineswegs vollkommen vermieden wird, denn die Arbeiter in diesen Arsenikhütten tragen den Keim des Todes in sich und werden gewöhnlich sehr bald ein Raub desselben.

Der Gang der Sublimation ist nun ein solcher, daß die durch das Feuer aus dem unteren Raume vertriebene arsenige Säure sich als Dampf zu den oberen Theilen des Kessels erhebt und dort niederschlägt. Weil aber diese Theile von Metall, von Gußeisen sind, so erhitzen sie sich mit dem Kessel, wenn auch nicht so stark als dieser, und die Dämpfe, die sich dort niederschlagen, sind nicht pulverartig, sondern bilden eine kompakte Masse, welche aussieht, als bestände sie aus einem farblosen und sehr schwach gelblichen Glase. Es ist die amorphe arsenige Säure, welche nach und nach sich in die krystallinische verwandelt, sie erhält zuerst äußerlich, dann immer tiefer dringend, ein milchweißes, undurchsichtiges, porzellanartiges Ansehen, in dieser Gestalt ist sie verkäuflich und wird in den Handel gebracht.

Nach oben zu, wo die Kessel sich trichterförmig verengen, und wo Blechröhren aufgesetzt sind, findet eine geringere Erwärmung statt, und dort schlägt sich das Produkt auch nicht mehr glasartig, sondern pulverförmig nieder, dadurch verstopfen sich diese Röhren sehr leicht, und es werden diese Dämpfe verhindert, weiter zu ziehen. Um dieses zu beseitigen, muß man in den Röhren Schieber haben, welche das Einbringen eines Drahtes gestatten, mittelst dessen man die verstopften Röhren wieder reinigen kann.

Was durch diese in die Giftkammern streift, so wie dasjenige, was sich in den Röhren selbst ansetzt, muß gesammelt und abermals einer ähnlichen Operation unterworfen werden, damit man Alles, was erreichbar ist, in dem Zustande der glasigen arsenigen Säure erhält. Sehr langsam sublimirt zeigt sich die arsenige Säure in sehr schönen farblosen Krystallen von der Form des Diamants, dem sie auch in ihrem Glanze ähnlich sind.

Da diese arsenige Säure die größte Verbreitung hat und von großer Bedeutung für viele technische Gewerbe ist, so wird es nöthig sein, die Eigenschaften derselben näher zu betrachten.

Die Säure ist zweigestaltig (dimorph), man findet sie mitunter in Octaëdern, sondern in dünnen biegsamen Prismen, welche Perlglanz haben. Auf den Geschmack hat die arsenige Säure

keine Wirkung. In Pulverform in den Mund gebracht, wird sie nach einiger Zeit sehr schwach süßlich, auch hinterläßt sie ein schwaches Gefühl von Schärfe. Mit Speisen gemischt kann sie durch den Geschmack durchaus nicht entdeckt werden, wenn sie nicht fein genug verrieben ist, könnte es möglich sein, daß man ein Knirschen zwischen den Zähnen empfände. Diese Geschmacklosigkeit rührt wahrscheinlich von ihrer Unlöslichkeit oder wenigstens Schwerlöslichkeit her. Unlöslich ist sie keinesweges, über den Grad der Löslichkeit aber sind die Ansichten und Angaben höchst verschieden, reines Wasser von 13 Grad C. nimmt ein Prozent, auch wohl etwas drüber auf, die verschiedenen Angaben über die Löslichkeit rühren wahrscheinlich davon her, daß die Säuren, welche gebraucht sind, einmal glasig, ein andermal krystallinisch waren und daß dieses bei den Untersuchungen nicht gehörig vermerkt wurde. Siedendes Wasser löst 11 hundert Theile seines Gewichts auf, die sich aber bei der Abkühlung bis auf eins niederschlagen.

Der weiße Arsenik wirkt wie eine schwache Säure auf das Lackmuspapier, es gehört lange Zeit dazu, um die Röthung desselben zu bewerkstelligen, und dann gehört noch viel Aufmerksamkeit dazu, um sie zu entdecken, es ist daher schwer faßlich, wie dieses Gift bei seiner scheinbaren Unwirksamkeit so furchbar heftige Zerstörungen bewirken könne. In Säuren ist der weiße Arsenik in einem viel größeren Verhältniß auflöslich als im Wasser, es scheint aber, als ob keine chemische Verbindung dabei stattfände. Löst man glasige, arsenige Säure in heißer Salzsäure auf, so scheiden sich beim Erkalten krystallinische Theile aus, die glasige Säure wird hierbei in die undurchsichtige krystallisirte verwandelt. Macht man dieses Experiment im Dunkeln, so nimmt man eigenthümliches Leuchten und Blitzen in der Flüssigkeit wahr. Diese Erscheinung wird nicht gesehen, wenn man bei der Auflösung krystallisirte Säure anwendet, man glaubt daher, daß dieses Funkeln davon entsteht, daß sich beim Ausscheiden aus der Auflösung die glasige Säure in die krystallinische verwandle.

Die ätzenden Alkalien, die Laugen von Kali, Natron oder Ammoniak lösen arsenige Säure in viel größerer Menge auf als Wasser, und es bilden sich damit arsenigsaure Salze.

Auch die kohlensauren Alkalien lösen die arsenige Säure auf, aber sie scheidet sich nicht selten ganz von selbst wieder aus, woher man zu vermuthen Ursache hat, daß die arsenige Säure noch viel schwächer sei als die Kohlensäure, und daß die letztere von der ersteren wenigstens auf nassem Wege nicht ausgeschieden werden könne.

Eine Auflösung der arsenigen Säure wird durch Schwefelwasserstoff gelb gefärbt, wenn man zu dieser Lösung etwas von einer Säure, nament-

lich Salzsäure hinzufügt, so entsteht ein Niederschlag von Schwefelarsen (AsS_3 arseniges Sulfid). Dieser Schwefelarsen wird so vollständig aus der Flüssigkeit gefällt, daß auch nicht die geringsten Spuren davon zurückbleiben, in dem Schwefelwasserstoff findet man also ein vortreffliches Prüfungsmittel auf arsenige Säure und zwar ist dasselbe von um so größerer Wichtigkeit, als weder organische Substanzen, noch Ammoniaksalze die Ausscheidung hindern.

Dieser Niederschlag wird in Kalilauge und Ammoniakflüssigkeit aufgelöst, obschon die letztere während des Niederschlags den Prozeß nicht hemmt.

Die arsenige Säure bildet mit den alkalischen Erden, den Alkalien und den Metalloxyden arsenigsaure Salze, welche in stärkeren Säuren leicht auflöslich sind, wenig oder gar nicht dagegen im Wasser.

Für die Industrie von größter Wichtigkeit ist ein Doppelsalz, welches zusammengesetzt ist aus arsensaurem Kupferoxyd und essigsaurem Kupferoxyd, es ist dieses Doppelsalz das wegen seiner prachtvollen grünen Farbe weit berühmte und weit verbreitete Schweinfurthergrün. Um dasselbe darzustellen, bildet man aus 10 Theilen Grünspan und der erforderlichen Menge warmen Wassers einen dünnen Brei, was immer in einem kupfernen Kessel geschieht. Die in dem Grünspan nur mechanisch beigemengten Unreinigkeiten werden durch ein feines Sieb davon gesondert.

Zu gleicher Zeit löst man in 100 Theilen kochenden Wassers 8 bis 9 Theile gepulverte arsenige Säure auf. Die Lösung filtrirt man und bringt sie dann in einem kupfernen Kessel von Neuem zum Kochen. Sobald dieses erreicht ist, setzt man nach und nach den Grünspan in kleinen Mengen zu, läßt das Kochen fortdauern und hört nicht eher auf, als bis die Flüssigkeit klar und farblos, der Niederschlag aber körnig geworden ist und die prächtige grüne Farbe zeigt, wegen deren man dieses giftige Material so vielfältig anwendet. Unterbricht man das Kochen zu früh, so scheidet sich nur arsenigsaures Kupferoxyd aus und es wird Essigsäure frei, aber wenn man das Kochen lange genug fortsetzt, entsteht das Doppelsalz.

Zu Tapeten und Rouleaux wird dieses Schweinfurthergrün so [illegible] häufig angewendet, als es auch zum Anstrich der Mauern im Innern [illegible] Zimmer benutzt wird, zum Anstrich außen an den Häusern verbietet [illegible] sich wegen seines Preises von selbst, im preußischen Staate aber [illegible] Farbe, so wie jede andere arsenikhaltige strenge verboten. Die [illegible] further Fabrikanten beklagen sich zwar sehr über die absch[illegible] des preußischen Staates, und halten es für ei[illegible] Polizei sich dort selbst um solche Kleinigkeiten [illegible] es denn die Polizei angehe, wenn alljährlich [illegible]

durch die Ausdünstungen des giftigen Arsenwasserstoffes, wie dieser sich von feuchten Wänden entwickelt, oder durch ein Bischen Arsenikstaub, wie er von den trockenen Rouleaux abfällt, vergiftet werden. Die preußische Gesundheitspolizei hat aber in dieser Hinsicht noch nicht zur Vernunft gebracht werden können, und reitet mit merkwürdigem Eigensinn auf dem Princip — es sei besser, zwei Fabrikanten in Schweinfurth verdienten 1000 Thaler jährlich weniger, als daß 200 Menschen dieses Verdienstes wegen sterben und sie haben daher, selbst das schwedische Grün, Neuwiedergrün, Mitisgrün, und viele andere schön grüne Farben verboten, in welche das Schweinfurthergrün nach und nach verwandelt worden ist. Schlaue Fabrikanten hatten in dieser Kunst der Verwandlung mitunter eine große Force.

Ob Tapeten oder Rouleauxstoffe damit gefärbt sind, zeigt sich sofort, wenn man ein Stück dieser Tapete verbrennt. Der knoblochartige Geruch giebt den Arsenik deutlich genug zu erkennen.

Arsenik wird häufig als Vergiftungsmittel gegen die kleinen schädlichen Thiere angewendet, und auf diese Weise gelangt das Gift sehr leicht in die Hände des Publikums, was denn nicht selten entweder zu schweren Verbrechen oder doch zu todtbringenden Unvorsichtigkeiten führt. Um die Verwechselung und Vermischung mit gepulvertem Zucker oder mit Mehl zu verhindern oder unmöglich zu machen, darf in den preußischen Apotheken Arsenik zur Vergiftung der Ratten ꝛc. nicht anders ausgegeben werden, als mit ausgeglühtem Kiehnruß und Saftgrün gemischt. Auf 24 Theile Arsenik wird von jedem der beiden Zusätze ein Theil genommen. Ratten und Mäuse machen sich daraus nichts, wie ihre Speisen aussehen, Menschen aber werden doch aufmerksam, wenn ihre Speisen oder Getränke schwarz oder grünschwarz gefärbt aussehen, und dies geschieht durch die gedachten Beimischungen in nicht geringem Grade, weil sowohl das Saftgrün als der Kiehnruß sehr ausgiebige Farben sind.

Arsensäure, AsO_5. Diese Säure ist auffallend verschieden von der vorigen, und in vielen Punkten mit Ausnahme der Giftigkeit gerade das Gegentheil derselben. Sie ist z. B. sehr leicht auflöslich in Wasser, ja sie nimmt dasselbe so begierig auf, daß sie damit zerfließt. Während die arsenige Säure fast gar keinen Geschmack hat, ist die Arsensäure äußerst scharfsauer. Wird sie aufgelöst und bis zur Syrupsdicke abgedampft, so bildet sie große schöne Krystalle, bis zur Glühhitze gebracht, schmilzt ein Theil derselben und verflüchtigt sich als höchst giftiger Dampf, ein anderer Theil zersetzt sich in Sauerstoff und in zurückbleibende arsenige Säure.

Um dieselbe darzustellen, pflegt man weißen Arsenik mit Salpetersäure zu digeriren, noch besser gelingt es mit Salpetersalzsäure. Nach Mitscherlich's Angabe (welcher Pelouze die seinige genau entlehnt hat)

nimmt man 8 Theile der arsenigen Säure, benetzt sie mit 2 Theilen Salzsäure und setzt nach und nach 24 Theile Salpetersäure dazu, man dampft nun diese Auflösung in einer Retorte ein, welcher man eine gut abgekühlte Vorlage giebt, damit keine Dämpfe entweichen. Hat man aber einen besonders gut ziehenden Schornstein, so kann man die Abdampfung in einem Kolben und ohne die gedachte Vorsicht betreiben.

Die sehr concentrirte Flüssigkeit wird in einem Platintiegel zur Trockenheit eingedampft und dieser Rückstand vorsichtig bis zum Schmelzen erhitzt, da sich dann ein farbloses oder wasserfreies milchweißes Glas bildet. Wird die Erhitzung jedoch nicht vorsichtig genug betrieben, so zersetzt sich die Säure, wie oben bemerkt.

Wird diese trockene Arsensäure der feuchten Luft ausgesetzt, so zerfließt sie ziemlich langsam, scheiden sich aber dabei Krystalle aus, so sind diese wasserhaltige Arsensäure. Sie halten sich beinahe gar nicht an der Luft, sondern sie zerfließen sehr schnell, diese Arsensäure verliert aber das aufgenommene Wasser eben so schnell bei ganz mäßiger Erwärmung.

Kohle, viele Metalle, so wie überhaupt alle leicht oxydirbaren Körper reduciren diese Säure zu Arsen, wobei sich der charakteristische Geruch nicht verkennen läßt. Die Säure löst sowohl Zink als Eisen ganz leicht auf, und während das Metall von dem Sauerstoff des Wassers oxydirt wird, entweicht der Wasserstoff, aber auch die Arsensäure muß einen Theil ihres Sauerstoffes hergeben, denn das entweichende Wasserstoffgas ist stets durch Arsenwasserstoffgas verunreinigt.

Schwefelwasserstoff ist bei der Arsensäure kein so gutes Prüfungsmittel wie bei der arsenigen Säure, denn es wird Anfangs kein Niederschlag gebildet, allmälig aber entsteht doch ein solcher und vorzugsweise bei dem Erwärmen geschieht dieses. Da aber der Versuch mehr als gewöhnliche Aufmerksamkeit fordert, so hat man ihn, falls es sich um Entdeckung von Vergiftungen handelt, aufgegeben und man bedient sich der Probe von Marsh. Man übergießt nämlich Zink mit verdünnter Schwefelsäure und setzt dazu die Substanz, welche man für vergiftet hält. Ist Arsensäure darin, so wird Arsen reducirt und es entweicht Arsenwasserstoffgas.

Die Arsensäure bildet gleichfalls mit den Alkalien und sonstigen Metalloxyden Salze, welche zum großen Theile unlöslich oder schwerlöslich sind, doch die Salze der Alkalien sind im Wasser leicht löslich, und der alkalischen Erden sind es gleichfalls, vorausgesetzt, daß es sauer sind, denn die neutralen sind gleichfalls schwer löslich.

Arsen mit Schwefel und Phosphor.

Die Verbindung von Arsenmetall mit Schwefel ist eine auf der Erde sehr weit verbreitete, der sogenannte rothe Arsenik oder Realgar, auch Arsenikrubin, Rubinschwefel, rothes Arsenikglas oder Sandarach genannt, kommt auf Erzgängen in Gneiß, Thonschiefer, Dolomit, oder eingesprengt in Gyps und Kalkstein oder als vulkanisches Produkt zu Joachimsthal, Andreasberg, Markirchen, in Ungarn, Tyrol, am Vesuv, am Aetna, in Japan, auf Guadalupe, in Nordamerika rc. vor. Eine zweite Verbindung von Schwefel mit Arsen, das Aurum pigmentum, Operment oder Rauschgelb findet sich sowohl im Ur-, als im Flötzgebirge bei Andreasberg, ferner in Tyrol, Siebenbürgen, der Türkei, Neapel, Japan, China, Mexiko, eine dritte Stufe, der Arsenikkies, Giftkies, Mißpickel findet sich in verschiedenen Varietäten, in Gängen und Lagern des Ur- und Uebergangsgebirges, in Freiberg, Andreasberg, zu Schladming in der Steyermark, im Kieselschiefer bei Salzburg, am Schwarzwalde, in Mähren, Böhmen, Siebenbürgen, in Frankreich, im südlichen England und in Schweden. Unzweifelhaft sind noch bei weiten nicht alle Lagerstätten entdeckt, man kann also wohl sagen, daß Schwefelarsen über die ganze Erde verbreitet sei.

Es giebt der Schwefelungsstufen mehr als der Oxydationsstufen oder wenigstens sind deren mehr bekannt. Solche Verbindungen, welche man nicht nach chemischen Aequivalenten bestimmen kann, lassen sich in beliebiger Menge machen, man darf nur Schwefelarsen mit irgend einer Menge Schwefel zusammenschmelzen. Der Schwefel enthält von selbst schon sehr häufig Arsen. Schwefelblumen zeichnen sich in diesem Falle durch ein schöneres Gelb aus und je lebhafter, je kräftiger die Farbe ist, desto reichlicher ist der Zusatz von Arsen, da dieses Metall flüchtig, sublimirbar ist, so ist auf dem Wege der Sublimation eine Sonderung auch nicht vollständig zu bewerkstelligen.

Realgar (Arsensulfid, Arsensubsulfür, Arsensulfür, Arsensubsulfuret, Hyposulfarsenige Säure, lauter Namen für denselben Gegenstand, sogenannte Synonyma, welche leider zu einer babylonischen Sprachverwirrung führen, so daß zuletzt Keiner mehr weiß, was der Andere meint, denn das Auripigment wird auch als Arsensulfid bezeichnet und noch eine dritte Verbindung ebenso). Realgar, auch Sanderach, rother Arsenik, Arsenikrubin, hat zur Formel AsS_2 und enthält auf 70 Theile Arsen 30 Theile Schwefel. Dieses Naturprodukt krystallisirt in schiefen rhombischen Prismen, ist von rubinrother Farbe und ist mehr oder weniger durchscheinend,

das Präparat kann künstlich dargestellt werden, durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Arsen in dem eben angegebenen Verhältniß. Die Bereitungsart ist ganz leicht, nach dem Schmelzen erstarrt es stets krystallinisch.

Rothes Arsenikglas, rother Arsenik, Arsenikrubin oder Rubinschwefel wird auch häufig Realgar oder Sanderach genannt, darf jedoch mit dem vorigen nicht verwechselt werden, denn es enthält erstens mehr Schwefel als die vorige Verbindung, dann aber ist überhaupt noch gar kein feststehendes Verhältniß zwischen den beiden Elementen, die dasselbe bilden, aufgefunden. Dieser rothe Arsenik ist undurchsichtig oder doch nur an den Kanten durchscheinend, ist dunkelroth oder bräunlich-roth, ist nicht krystallinisch, sondern glasig und wird auf den Arsenikhütten dadurch bereitet, daß man ein Gemenge von Arsenikkies und Schwefelkies in irdene Retorten füllt und der Destillation unterwirft, die Farbe hängt von dem Verhältniß zwischen dem Arsenik und Schwefel ab, das gewonnene Produkt wird geschmolzen, und hier kann man noch die Farbe corrigiren, indem man Schwefel zusetzt, wenn sie heller, Arsen aber, wenn sie dunkler werden soll. Die geschmolzene Masse wird in eiserne Formen gegossen und kommt so in den Handel, sie bildet fein gerieben, eine prächtig orangegelbe Farbe und wurde früher in der Malerei vielfältig angewendet und noch jetzt besonders bei Lackiren der Kutschen und Ladenschilder und ähnlicher Gegenstände, weil sie gegen Luft und Witterungseindrücke ganz unempfindlich ist, was auch von der folgenden Arsenikfarbe gilt.

Die Feuerwerkerei bedient sich dieses Minerals oder Präparats, um ein vollkommen weißes und sehr weit und hell leuchtendes Feuer zu erhalten, das sogenannte indianische Weißfeuer ist zusammengesetzt aus 24 Theilen Salpeter, 7 Theilen Schwefel und 2 Theilen dieses rothen Schwefelarseniks. Die Mischung brennt langsam ohne alle Explosion mit hellleuchtender blendend weißer und sehr weit sichtbarer Farbe ab. Man würde solch ein Feuerwerk ganz gefahrlos nennen können, wenn die Dämpfe derselben nicht außerordentlich giftig wären. Nun kann man im Freien sich allerdings so stellen, daß man die Dämpfe nicht einzuathmen braucht, wenn dieses Weißfeuer aber in geschlossenen Räumen, wie z. B. in Theatern gebraucht wird, so ist dies immer höchst gefährlich, also tadelnswerth.

Aurum pigmentum, AsS_3. Zusammensetzung 61 Theile Arsen, 39 Theile Schwefel. Dieses Präparat wird auch Operment, Rausch[illegible] arseniges Sulfid, Arsensulfid, sulfarsenige Säure genannt, findet [illegible] der Natur theils krystallisirt in schiefen rhombischen Pris[illegible] Massen, welche aus gelben und goldglänzenden biegsamen [illegible] Es kommt in Persien besonders schön vor, kann aber [illegible] durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Arsen [illegible]

Verhältnissen bereitet werden. Man kann es gleichfalls erhalten, wenn man eine angesäuerte Lösung von arseniger Säure durch Schwefelwasserstoff niederschlägt, man erhält dann ein sehr schönes, citrongelbes Pulver. Dieses Schwefelarsen wird beim Zusammenschmelzen zu einem halbdurchsichtigen, rubinrothen Glase, das nur durch eine hellere Farbe sich von dem rothen Arsenikglase unterscheidet.

Das unter dem Namen Operment im Handel vorkommende Schwefelarsen ist auf trockenem Wege bereitet, ist aber niemals ganz rein, sondern enthält oft bedeutende Mengen von arseniger Säure, was von der falschen Darstellungsweise desselben herrührt, um nämlich Auripigment darzustellen, sind 5 Theile arseniger Säure und 4 Theile Schwefel erforderlich, da man aber auf den Gifthütten 6 bis 7 Theile Arsenikmehl mit 1 Theil Schwefel zusammenbringt, so muß das Sublimat eine beträchtliche Menge arseniger Säure enthalten.

Auch diese Farbe wurde wegen ihrer Schönheit zum Anstrich auf Holz und Blech vielfältig benutzt, man hat es auch in der Kattundruckerei angewendet, jetzt ist es fast gänzlich durch das Chromgelb verdrängt. In der Färberei wird es jedoch besonders zur Desoxydation des Indigo benutzt.

Die Orientalen können die Haare an den verborgenen Theilen des menschlichen Körpers, besonders bei dem weiblichen Geschlecht, nicht leiden und bedienen sich dazu des Rhusma, eines Haarvertilgungsmittels aus Opperment, Kalk und Wasser. Die Anwendung ist immer gefährlich, die Mode oder die Caprice der Männer aber verlangt dies Opfer.

Es giebt noch eine Schwefelstufe des Arsens, deren Formel AsS_5 und deren Zusammensetzungsverhältniß 48 Arsen und 52 Schwefel ist. Diese Stufe wird gebildet, wenn man in eine Auflösung von arsensaurem Kali, Schwefelwasserstoffgas leitet, es bildet sich ein Niederschlag, gleichfalls von gelber, aber viel hellerer Farbe, er ist ein äußerst zartes Pulver, kann geschmolzen werden und erstarrt dann zu einer festen, nicht krystallinischen Masse.

Phosphor mit Arsen verbindet sich unter Wasser sehr leicht, wenn beides bis zum Schmelzen erhitzt wird, es entsteht dadurch eine schwarze, glänzende, sehr spröde Masse. Irgend eine Anwendung ist davon noch nicht gemacht. Der im Handel vorkommende Phosphor ist sehr häufig arsenhaltig, was daher rührt, daß man arsenhaltige Schwefelsäure zur Zerlegung der Knochen angewandt hat. Der so verunreinigte Phosphor wirkt sehr giftig, indem bei der Verbrennung sich die Arsendämpfe entwickeln, welche dann von den Lungen aufgenommen werden.

Arsen in Verbindung mit den Salzbildern.

Unter diesen sind die bemerkenswerthen die mit Chlor und Jod.

Arsenchlorid oder Arsensuperchlorür, $AsCl_3$, ist zusammengesetzt aus 41,4 Arsen und 58,6 Chlor.

Die Verbindung wird dargestellt, indem man Arsenmetall in kleinen Stücken in eine Retorte bringt, welche tubulirt ist. Durch den Tubulus, durch die zweite Oeffnung führt man trockenes Chlorgas in die Retorte, wird diese nun mit dem Arsen erhitzt, so entweicht das verdampfte Metall mit dem Chlor durch den Hals der Retorte und verdichtet sich zu einer flüchtigen Flüssigkeit in der angebrachten Vorlage, die Flüssigkeit ist ölig und farblos, ist doppelt so schwer als Wasser, raucht an der Luft und stößt höchst giftige Dämpfe aus. Der Dampf besitzt ein specifisches Gewicht von dem 6½fachen der atmosphärischen Luft.

Arsensuperjodür, AsJ_3. Auf 16,4 Theile Arsen kommen 83,6 Theile Jod. Die Verbindung wird ganz einfach und leicht durch vorsichtiges Zusammenschmelzen von Arsen und Jod in einer Retorte gebildet. Die Verbindung ist krystallinisch und zeigt eine orangerothe Farbe. Um das Präparat rein zu erhalten, muß man dasselbe sublimiren, was gewöhnlich aber höchst unzweckmäßig in einem aufrechtstehenden Kolben geschieht. Das Sublimat nämlich, ziegelrothe, glänzende Blättchen bildend, ist von so lockerer Beschaffenheit, daß es immer wieder, selbst ohne äußere Veranlassung, nur durch seine eigene Schwere in den Bauch des Kolbens zurückfällt, daher man fortwährend bei dem Präparat stehen, und dasselbe mit kleinen Löffeln, die eigens hierzu gestaltet sind, herausholen muß.

Sehr viel einfacher ist die Methode der Darstellung, welche Berzelius angegeben hat. Er wendet nicht einen Kolben, sondern eine Retorte an, legt den ganzen Körper derselben mit möglichst stark abwärts geneigtem Halse in das Sandbad und bedeckt auch noch den Rücken entweder mit heißem Sande oder mit einer Blechkapsel, welche die Abkühlung so gut hindert, daß sich an dem Rücken der Retorte wegen der zu hohen Temperatur nichts ansetzen kann. Nun wird der flüchtige Dampf der Verbindung erst in dem kälteren Halse niedergeschlagen, da aber dieser eine Neigung nach außen hat, so kann nichts wieder in die Retorte zurückfallen.

Diese Verbindung ist als Arzneimittel beim Krebs angewendet. Um nun zu einem überall gleichmäßig dargestellten Product ... hat man 1 Theil feingeriebenes Arsen mit 6 Theilen ... 100 Theilen Wasser bei geringer Wärme digerirt.

sich völlig auf. Die Lösung wird bei gelinder Wärme abgedampft, bis sich das Salz trocken zeigt. Dieses wird nun in 2880 Mal so viel Wasser aufgelöst, so enthält 1 Drachme Lösung $\frac{1}{4}$ Gran des Salzes. Dieses Mittel hat die merkwürdige Eigenschaft, daß es ganz vortrefflich wirkt, so lange es neu und noch wenig bekannt ist, sobald es häufiger angewendet wird, verliert es immer mehr an seiner Wirksamkeit, bis es zuletzt ganz außer Cours gesetzt wird. Man findet ganz ähnliche Erscheinungen bei den meisten Mitteln, welche, als neu entdeckt, so außerordentliche Erfolge gewähren; nach und nach scheinen die Krankheiten dieser Mittel gewohnt zu werden und sich nicht mehr davor zu fürchten. Wenn sie Anfangs vor dem neuen Popanz erschreckt davon liefen, so halten sie nachträglich ganz ruhig Stand. Wenn man ein Mittel gegen den Krebs hätte, welches wirklich specifisch wäre, so müßte diese furchtbarste aller Krankheiten bald beseitigt sein, indessen wir leider sehen, daß dieses keinesweges der Fall ist.

Auch mit Fluor und mit Brom verbindet sich das Arsen in ähnlicher Weise.

Arsen mit Wasserstoff.

Arsenwasserstoff, Arsenwasserstoffgas, AsH_3, zusammengesetzt aus 96 Theilen Arsen und 4 Theilen Wasserstoff, wurde zuerst durch Scheele aufgefunden, und wird jetzt dargestellt, indem man in ein Gefäß, worin aus Zink und Schwefelsäure, Wasserstoffgas entwickelt ist, eine Auflösung von arseniger oder Arsensäure bringt. Da hier die Oxydation des Zinks nicht allein auf Kosten des Wasserstoffes, sondern auch der Arsensäure stattfindet, so wird Arsen frei, welches sich nunmehr sofort mit dem Wasserstoffgas verbindet und als Arsenwasserstoff entweicht.

Dieses Gas ist farblos, doch keinesweges geruchlos, es riecht wie Knoblauch, d. h. wie verdampfendes Arsenmetall. Unter allen Giften ist dieses das gefährlichste, weil selbst das Einathmen der allergeringsten Menge schon sehr üble Folgen nach sich zieht, es ist daher sehr wohlthätig, daß die Aufsichtsbehörden diejenigen Farbematerialien entfernen oder verbieten, aus denen sich ein so höchst gefährliches Gift erzeugen kann.

Dieses Präparat ist brennbar wie anderes Wasserstoffgas, brennt mit bläulich weißer Flamme und zerlegt sich dabei zu Wasser und arseniger Säure, wenn man jedoch die Flamme sehr abkühlt, so scheidet sich Arsen im metallischen Zustande aus. So geschieht es z. B., wenn man in die

Flamme solches Gases eine blanke Porzellanschale hält, so lange dieselbe sich noch nicht erwärmt hat, schlägt sich an ihr das metallische Arsen in glänzendem Braunschwarz nieder. Dieses Verhalten wird vorzugsweise zur Entdeckung von Arsenikvergiftungen benutzt.

Verbindung des Arsens mit Metallen.

Wir haben bereits oben angeführt, daß Arsen mit vielen Metallen verbunden vorkommt, daß es sowohl ein Vererzungsmittel solcher Metalle, als auch umgekehrt, daß diese Metalle ein Vererzungsmittel des Arsens sind. Zur Vervollständigung dieser Angabe müssen wir noch hinzufügen, daß mit Kalium und Natrium sich Arsen unter starker Wärmeentwickelung verbindet und daß Eisen sich mit Arsen zu einer spröden Masse zusammenschmelzen läßt. Die Verbindungen desselben mit dem Kobalt, dem Nickel und dem Kupfer sind bereits berührt worden. Blei wird dadurch sehr spröde, Zinn gleichfalls, und es krystallisirt alsdann bei einem Zusatz von 6 Prozent in breiten Blättern. Die Trennung des Arsens von den damit verbundenen Metallen ist äußerst schwierig und meistentheils mit solchen Kosten verbunden, daß sie im Großen unausführbar wird, daher es von Wichtigkeit ist, die Erze gleich so zu behandeln, daß schon bei der Röstung das Arsenmetall möglichst vollständig verjagt wird.

Arsen oder Arsenik in Vergiftungsfällen.

Dasjenige, was wir unter dem Namen Arsenik kennen, ist, wie
bereits wissen, eine der Oxydationsstufen des Arsenmetalles, die ar
Säure, die im gewöhnlichen Leben unter dem Namen Arsenik, weißer
Rattengift, Fliegengift vorkommt. Man versteht darunter übri
weges das reine Arsenmetall, auch nicht einmal die einfach
welche der Chemiker als arsenige Säure zu bez
vielmehr eine vielfältig verunreinigte Substanz
aus arseniger Säure besteht, doch aber m

anderer Dinge, Metalle, Verunreinigungen rc. enthält, welche mit dem Begriffe eines einfachen Oxydes gar nicht vereinbar sind. Es ist aber nicht blos hier so und es tritt uns dieser Umstand hier keineswegs zuerst entgegen, sondern wir finden grade dieses unendlich häufig, indem die vollkommene Reinheit einer einfachen Verbindung nur unter ganz besonderen Umständen hervorgebracht werden kann.

Arsenik also nach dem Begriffe, welchen wir bereits davon erhalten haben, ist eine unreine arsenige Säure, ist ein Nebenprodukt von der Röstung verschiedener Metallerze, ist etwas überaus wohlfeiles und trotz seiner großen Giftigkeit sehr zugängliches, und wird daher überaus häufig auf die schrecklichste Weise gemißbraucht, so daß die mehrsten verbrecherischen Tödtungen, bei denen der Mörder die Verheimlichung beabsichtigt, grade durch dieses Gift bewerkstelligt werden.

Arsenikmetall scheint nach Versuchen bei Thieren nicht absolut giftig, es ist unzweifelhaft bewiesen, daß Hunde z. B. von metallischem Arsenik mehrere Drachmen ohne tödtliche Folgen haben genießen können, es dürfte indessen doch sehr gewagt sein, dergleichen Versuche mit Menschen zu machen; was nun die bekannte Oxydationsstufe des Arsens betrifft, so liegt kein Zweifel vor, indem Jedermann weiß, daß dieselbe ein tödtliches Gift ist, aber auch hier kann nicht geläugnet werden, daß Unregelmäßigkeiten und Abweichungen vorkommen, welche den Beobachter ganz verwirrt machen. Der Gerichtsarzt sagt, der zehnte Theil eines Grans weißen Arseniks ist eine tödtlich wirkende Menge, und wenn er bei der Section einer Leiche $\frac{1}{10}$ Gran Arsenik findet, so erklärt er diese Leiche für die eines vergifteten Menschen, und derjenige, der es ihr beigebracht, sei ein Mörder. Dagegen erklärt der Arzt, zu den allerwichtigsten Waffen seines Arsenals gehöre das Arsenik, und die einmalige Gabe von $\frac{1}{12}$ bis zu $\frac{1}{10}$ Gran habe die wunderbarste belebende Wirkung, es bringe ein Gefühl von Behaglichkeit, von gelinder Wärme im Unterleibe hervor; es rege dabei nicht allein die körperlichen, sondern auch die geistigen Funktionen auf, es steigere den Appetit und es steigere Witz und Verstand, und bringe eine geistige Aufgelegtheit hervor wie kein anderes Mittel, aber derselbe Arzt giebt zu, daß $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Gran desselben Giftes Druck und Hitze im Magen, unauslöschlichen Durst, flüssige Darmausleerung, trüben Urin rc. hervorbringt, und er sagt, daß selbst sehr kleine Gaben von Arsenik längere Zeit hindurch fortgesetzt die Verdauung stören, den Stuhlgang verändern, den Herzschlag und das Athemholen beeinträchtigen, Schmerzen im Unterleibe hervorbringen und krampfhafte Zuckungen und Schwere und Taubheit der Gliedmaßen verursachen, zuletzt Unempfindlichkeit und Lähmung, oder auch wohl im Gegentheil Convulsionen der furchtbarsten Art hervorbringen.

Diesem Allen steht wieder die Thatsache gegenüber, daß es sogenannte Arsenikesser giebt, Menschen, die mit der wunderbaren Eigenschaft des Arseniks körperlich und geistig zu beleben vertraut sind, und sich desselben bedienen, um das hervorzubringen, was die Natur ihnen freiwillig nicht gewährt.

Die Roßtäuscher — man sollte sie Menschentäuscher nennen, denn sie wollen nicht Rosse, sondern die Käufer derselben täuschen — benutzen den Arsenik sehr häufig, um älteren mageren schlecht aussehenden Pferden ein besseres Ansehen zu geben. Die Thiere werden durch kleine Gaben dieses Giftes munterer, bekommen ein frischeres muthigeres Aussehen und ein glattes spiegelglänzendes Fell, indem die alten Haare durch Striegln und putzen entfernt werden, und die neuen seidenweich und zart dem Thiere ein schönes jugendliches Ansehen geben. Die Roßhändler bedienen sich dieses Mittels Jahre lang ohne böse Folgen für das Thier. Der Käufer erst macht die Erfahrung, daß das Thier krank ist, dadurch, daß es abmagert, seine glatten Haare verliert, faul wird, keiner Hülfe mehr folgt und in kurzer Zeit hinsiecht und verendet, was nicht geschehen wäre, wenn der Roßtäuscher dem Käufer mitgetheilt hätte, wie das Pferd durch Arsenik so frisch gemacht und erhalten wurde. Er darf aber diese Mittheilung nicht machen, denn das ganze Verfahren ist straffällig.

Ob die Arsenikesser grade durch diese Erfahrung an den Pferden dahin gekommen sind, sich des Giftes als Belebungsmittel zu bedienen, ist sehr fraglich, aber Thatsache ist, daß in den Gebirgsgegenden von Oesterreich, und namentlich in Steiermark, im Salzburgischen und in Tyrol es eine Menge Leute giebt, welche sich des weißen Arseniks täglich bedienen.

Man erfährt nicht viel davon, denn die Leute verheimlichen es, es ist, als ob sie sich des Gebrauches schämten, dennoch ist es Thatsache, daß sie sich dessen, und zwar aus zwei Gründen bedienen. Erstens behaupten sie, es mache der Gebrauch des Arseniks ihnen das Bergsteigen leichter, ihr Ausdruck darüber ist, sie würden lüftiger, das will sagen, sie könnten beim Bergsteigen mit weniger Beschwerde Athem schöpfen. Dann aber ist es bei vielen Anderen, namentlich bei den Mädchen, grade zur Sache der Eitelkeit, denn ihr Ansehen wird jugendlich frisch, robust, kräftig, und dieses ist ein sehr wichtiges Motiv für Gebirgsbewohner, denn der Peter kann weder eine Liese brauchen, welche schmächtig, blaß und zart aussieht, wie eine mit Perlthee aufgefütterte Salondame, noch ist der Annemarie mit einem Seppel oder einem Michel gedient, dessen Taille der eines Berliner Dandys oder eines Gardelieutenants entspräche.

Finden sich dergleichen Monstrositäten, so ist zehn gegen eins zu wetten, daß Gift genommen wird, aber nicht in der verzweifelten A

dem Leben ein Ende zu machen, sondern lediglich in der sehr löblichen Absicht, eine Statur anzunehmen, welche der oder dem Geliebten mehr geeignet scheint, ein häusliches Glück zu begründen, als die von der Natur verliehene, und so wird denn Arsenik verspeist, und zwar in nicht geringen Gaben. Tschudi führt ein Beispiel von einem Bauern an, welcher 40 Jahre lang täglich eine Gabe von 4 Gran Arsenik zu sich nahm, ohne im Mindesten Uebelsein zu empfinden, sondern im Gegentheil mit dem Erfolg, daß er sich beim Bergsteigen äußerst wohl und sehr erleichtert fühlte. Er hatte diese Gewohnheit von seinem Vater ererbt und hat dieselbe dann auf seine Kinder übertragen. Er genoß eines äußerst kräftigen Alters und ist nicht an Arsenikvergiftung gestorben.

Die Leute gewöhnen sich ganz in derselben Art an den Genuß des Arseniks, wie die Theriackis an das Opiumessen; sie beginnen in der Regel mit $\frac{1}{8}$ Gran und nehmen davon etwa zweimal, späterhin dreimal wöchentlich die gleiche Dosis. Manche pulvern den Arsenik auch sehr fein und streuen ihn wie andere Leute das Salz auf den Speck, den sie zum Frühstück genießen, meistentheils aber nehmen sie das Stückchen Arsenik unzerkleinert in den Mund und lassen es so nach und nach zergehen, wie man Zuckerkant im Munde zerschmelzen läßt.

In einem wie im andern Falle wird nach und nach die Gabe verstärkt und wird sie auch öfter genommen, bis sie die obengedachte Höhe erreicht.

In keinem Lande wird so viel von diesem furchtbaren Gifte vertilgt als in den Gebirgen des südlichen deutschen Oesterreichs. Es wird auch Mißbrauch damit getrieben, aber nicht etwa, um einen Nebenbuhler oder eine Nebenbuhlerin aus dem Wege zu räumen, sondern lediglich aus Eitelkeit, um dem geliebten Gegenstande zu gefallen. Tschudi, welcher für diesen Gegenstand der einzige Gewährsmann ist, sagt, es komme nicht selten vor, daß erst der Beichtvater in der letzten Beichte auf dem Todtenbette die Ursache des plötzlichen Todes erfährt. Ein Mädchen ist blaß und schmächtig, sie fürchtet, daß ihr Liebhaber die derbere Nachbarin, mit der er schon neulich auf der Kirchweih so fleißig getanzt hat, ihr vorziehen wird. Sie kennt das Mittel, was ihr helfen wird, sie nimmt Arsenik nicht, wie Ferdinand in Kabale und Liebe, um an der matten Limonade, welche ihm Luise bereitet, zu sterben, sondern im Gegentheil, um mit ihrem Hans recht fröhlich und glücklich zu leben. Es geht auch Alles recht gut, sie wird dick und drall und rund, und der Hans tanzt jetzt viel lieber mit ihr, als mit der beneideten Grete, aber nun erwacht der Eitelkeitsteufel, sie will nicht blos die Grete, sondern sie will alle anderen Mädchen ausstechen, sie nimmt täglich mehr Arsenik und sie stirbt nach einigen Tagen unter den jammervollsten Vergiftungserscheinungen.

Man weiß nicht, was man hierzu sagen soll, das Ganze klingt wie eine Fabel, und doch sind hier nur Thatsachen berichtet, Thatsachen, welche sich viel tausendfältig wiederholen. Die Leute, welche in den Gebirgen sich des Arseniks bedienen, um leichter Berg zu steigen, um dabei nicht den Athem zu verlieren, pflegen ihre Dosis nur beim Beginne der Bergfahrt zu nehmen, und sich zu anderen Zeiten dieses Giftes zu enthalten, diejenigen aber, welche Arsenik brauchen, um dadurch ein behäbigeres Aussehen zu erlangen, bedienen sich desselben nur bei zunehmendem Monde und dann in immer steigendem Maße, vom Vollmonde ab aber in sich vermindernden Gaben, wenn aber das letzte Viertel vorüber ist, so pflegen sie die Dosis sehr zu verringern, um die Neumondszeit aber gar nichts zu nehmen.

Auf die hier angegebenen Daten ist beschränkt, was wir davon wissen, denn die Arsenikesser verheimlichen Alles auf das Sorgfältigste und sind nicht leicht zu dem Geständniß zu bringen, daß sie zu dieser Klasse von Leuten gehören, wiewohl sie allen denjenigen, die sich des Mittels nicht bedienen, durch ihr gutes Aussehen als solche Leute bekannt sind. Aber auch wenn man ganz gewiß weiß, mit wem man zu thun hat, so ist man doch schwer im Stande, sie zum Geständniß und zur Auseinandersetzung über ihr Verfahren zu bringen, man weiß daher nicht einmal, ob nicht bei dem Beginn des Arsenikgebrauchs sich Symptome zeigen, welche an die Vergiftungserscheinungen erinnern, und die Muthmaßungen, daß es doch wohl so sein dürfte, sind nicht im Geringsten motivirt, denn man weiß im Gegentheil sehr wohl, daß da, wo Arsenik in kleinen Gaben als Arzneimittel gegeben wird, diese Vergiftungserscheinungen keineswegs eintreten.

Höchst merkwürdig ist aber, daß diejenigen, welche sich an den Gebrauch des Arseniks gewöhnt haben, gezwungen sind, diesen Gebrauch fortzusetzen, indem sie sonst sich in ihrer eigenen Falle verfangen; sobald nämlich der Gebrauch des Arseniks nicht mehr fortgesetzt wird, treten alle die Erscheinungen ein, welche man bei der Arsenikvergiftung wahrnimmt, jenes schrecklich schmerzhafte Erbrechen, jene vermehrte Speichelabsonderung, Krämpfe, Leibschmerzen, Verstopfung, Athembeschwerden, völlige Gleichgültigkeit gegen Andere, mit der ängstlichsten Besorgniß für sich selbst vereinigt. Mit überraschender Schnelligkeit verschwinden diese Erscheinungen, sobald der Arsenikesser wieder die gewohnte Dosis des Giftes nimmt.

Es giebt noch einen dritten Grund, sich an den Arsenikgenuß zu gewöhnen, es ist derjenige, den Mythridates hatte, als er sich an den Genuß aller Gifte zu gewöhnen suchte, es ist die Absicht, sich gegen ihre Wirkung abzustumpfen. Deshalb bedienen sich die Bergleute auf den Arsenikhütten dieses Giftes.

Auf denjenigen Hütten, auf denen arsenikhaltige Erze abgetrieben oder geröstet werden, schwebt der Staub des Arseniks in solcher Menge in der Luft, daß es ganz unmöglich ist, diesem Gifte auszuweichen, man bekommt dasselbe beim Athemholen in die Lungen, man verschluckt es mit dem Speichel und bringt es so in den Magen. Viele von den Bergleuten erliegen ihrer gefährlichen Arbeit, sie sterben nach einem oder ein Paar Jahren unter elenden erbarmungswürdigen Zuständen und es kann solchen Leuten kaum ein anderer Rath ertheilt werden als der, daß sie das Bergwerk verlassen. Andere aber leiden nicht unter dieser Geißel, und diese werden mit der Zeit voll und rund und arbeiten ohne Schaden viele Jahre lang auf der Arsenikhütte. Diese Beobachtung hat die Leute gelehrt, die schädliche Wirkung des Arseniks durch Arsenik zu vertreiben, und Tschudi erzählt, daß der Direktor eines Arsenik-Bergwerkes täglich 3 bis 3½ Gran Arsenik des Morgens beim Kaffee zu sich nahm, und daß eben dieser Mann seine Arbeiter anleitete, sich durch den Genuß des Arseniks gegen die üblen Folgen zu schützen, welche unfehlbar eintreten müßten, wenn sie unvorbereitet sich den Arsenikdämpfen aussetzten.

Da es eine Thatsache ist, daß Arsenik ein corosives Gift ist, heftige Entzündungen im Magen und im Darmkanal hervorruft, wie man aus allen Leichenbefunden, an Arsenikvergiftung Verstorbener wahrnimmt, so ist es ganz unerklärlich, wie der thierische Körper an dieses verderbliche Gift gewöhnt werden kann, und doch ist es wie unerklärlich immer eine nicht zu läugnende Thatsache, ja sie ist so allgemein bekannt, daß z. B. in Oesterreich fast alle herrschaftlichen Pferde Arsenik bekommen, nicht durch die Roßtäuscher, sondern durch die Kutscher und auf die Anweisung der Herrschaft selbst, die Thiere erhalten dadurch ein wohlgenährtes, glattes Ansehen, erscheinen muthig und schäumen beim Traben stark, was man für eine große Schönheit zu halten pflegt. Auch denjenigen Pferden, welche starke Lasten, namentlich bergauf zu ziehen haben, pflegt man Arsenik zu geben, und es hat auf diese dieselbe Wirkung, wie auf den Menschen, schadet nicht im Geringsten, fordert jedoch eine stete Wiederholung desselben Mittels. In Oesterreich pflegt man auch dem Mastvieh Arsenik zu geben, und zwar blos in der Absicht, dasselbe wohlgenährt erscheinen zu lassen. Man weiß nicht, daß der Genuß des Fleisches so gemästeter Thiere irgend einen Nachtheil gebracht hätte, dennoch sind die Fleischer behutsam im Kaufe des Mastviehes, welches hoch aus dem Oberlande kommt, nicht sowohl, weil das Fleisch schädlich ist, als weil die Thiere bei sehr schönem äußeren Ansehen doch ein viel geringeres Gewicht haben, als Andere nicht auf diese Art gemästete. Fleisch und Fett derselben soll viel schwammiger und leichter sein.

Wir kommen nunmehr auf die Vergiftung durch Arsenik zurück, welche grade darum um so auffallender erscheinen muß, als wie bereits gesagt es erwiesen ist, daß man sich an dieses Gift gewöhnen könne, es ist übrigens darin nichts Wunderbareres, als in der Gewöhnung an Opium, welches ein narkotisches Gift ist, oder an die Gewöhnung von Sublimat, das die Türken als Gegenmittel gegen die üblen Folgen des Opiums anwenden.

Wenn man Arsenik zu den Speisen gemischt erhält, so genügen schon ein paar Gran zur Tödtung. Ein so vergifteter Mensch stirbt gewöhnlich ohne alle heftigen Symptome, der Mörder will aber seiner Sache gewiß sein, und er nimmt daher lieber ein Paar Loth, als ein Paar Gran, er wendet das Gift im ungeheuersten Ueberfluß an, und hierdurch entstehen jene entsetzlichen Symptome, durch welche sofort der Verdacht der Vergiftung erregt wird; furchtbare Schmerzen im Magen, Wühlen und Schneiden in den Eingeweiden, Todesangst, welche gar nicht zu beschwichtigen ist, und welche zumeist den Vergifteten auf den feinem Mörder verderblichen Verdacht bringt. In solchem Falle ist auch die Entdeckung des Giftes, die Ermittelung der Substanz sehr leicht. Wer aber, wie Franz Moor sich nicht mit Kleinigkeiten abgiebt, und wer, wie derselbe liebenswürdige Bösewicht, kein gemeiner Mörder ist, der vergiftet hübsch langsam, der bringt sein Opfer in solcher Weise in die Grube, daß „des Zergliederers Messer keine Spur findet von Wunde oder corosivischem Gift", aber auch gegen einen solchen feinen, nicht gemeinen Mörder giebt es noch Mittel, wenn auch nicht des Zergliederers Messer, so doch gewiß des Chemikers Prüfungsmittel.

Die Vergiftungserscheinungen treten bei langsamer Vergiftung gänzlich in den Hintergrund und man nimmt statt derselben Krankheitserscheinungen wahr, welche so fern sind von derjenigen, die wir bei Vergifteten sehen, daß auch der aufmerksamste Arzt nicht auf den Gedanken kommt, es liege ein Verbrechen vor; wird nämlich Arsenik in sehr kleinen Gaben gegeben, so können alle Erscheinungen eines Nervenfiebers, es können in einem andern Falle eben so alle Erscheinungen der Schwindsucht, der Gicht, der Wassersucht eintreten, es kommt dieses lediglich darauf an, wie sich das Gift mit der körperlichen Beschaffenheit des Vergifteten verträgt, und da die Zeit, welche das Gift braucht, um die vollständige Zerstörung des Lebens herbeizuführen, eine sehr lange ist, so nimmt die Krankheit einen nach der Ansicht des Arztes vollkommen regelmäßigen Verlauf. Nicht leicht wird er finden, daß diese oder jene Erscheinung nicht zusammen[...] der Krankheit, von welcher er den Patienten ergriffen glaubt, [...] fieber oder die galoppirende Schwindsucht, oder die Rücken[...] sucht nimmt ihren vollkommen regelmäßigen Verlauf, höchst[...]

bei dieser letzten Krankheit und bei der Gicht einen rascheren Gang als die Krankheit gewöhnlich zu nehmen pflegt, er sieht, daß er vergeblich alle seine Mittel anwendet, und daß die Krankheit unaufgehalten vorwärts schreitet.

Es gehört zwar die ganze Bestialität eines heuchlerischen, heimtückischen Mörders dazu, ein solches Verbrechen zu vollziehen, aber leider soll es grade unter Verwandten nicht selten geschehen, daß der schnödeste Eigennutz, daß die bloße Geldgier zu dieser Schändlichkeit treibt. Man erzählt sich auch, daß die Lebensversicherungen dazu Anlaß geben. Irgend ein Schurke versichert das Leben mehrerer Menschen zu seinem Vortheil, welches in der Police ausgesprochen wird, und welches man motivirt durch eine Schuld, wegen deren man den Versicherten nicht drängen, die man jedoch nach seinem Tode durch die Versicherungssumme gedeckt wissen wolle. Der Versicherte wird zu dieser Angabe durch ein kleines Geschenk veranlaßt, auch ist der Versicherer sein guter Freund und gern geneigt, ihm ein besseres Leben zu verschaffen als er bisher geführt, und dabei werden dem Versicherten immer einige Tröpfchen einer Arsenikauflösung beigebracht. Das geht ein Vierteljahr so fort, der Mann befindet sich Anfangs ganz wohl, er wird nach und nach kränklich, bettlägerig, der theilnehmende Freund besucht ihn, bringt ihm zur Stärkung einen leichten Wein mit, wenn die Sache gefährlicher wird, beruft er auch einen geschickten Arzt, es werden die zweckmäßigsten Mittel angewendet, der Versicherer bezahlt dieselben großmüthig aus eigener Tasche, aber die Krankheit nimmt ihren immer rascheren Gang, und nach einem zweiten Vierteljahr ist der Versicherte eine Leiche. Der Arzt stellt den Todtenschein aus, und gegen einen Aufwand von 100 Thalern streicht der Versicherer 2000 Thaler ein.

Es muß schon sehr arg kommen, wie es z. B. in Königsberg der Fall war, wenn die Versicherungsgesellschaften darauf aufmerksam werden sollen; aber auch dann ist die Sektion der Leiche kaum mehr entscheidend, denn das Gift, äußerst fein vertheilt in 100 und mehr verschiedenen Gaben von $\frac{1}{4}$ Gran gereicht, ist nicht mehr im Magen vorhanden, ist in die Verdauungswege und aus diesen in das Blut übergegangen, und hat auf solche Weise die Lebensthätigkeit des Körpers nach und nach gänzlich zerstört, es dürfte in solchem Falle schwer oder unmöglich sein, den Vergiftungstod, d. h. das Verbrechen zu beweisen. Ein Anderes ist es, wenn der noch lebende mit dem Tode bedrohte auf den Gedanken kommt, er werde langsam vergiftet. In diesem Falle braucht er nur zu einem Apotheker zu gehen, etwas von seinem Urin zu lassen, und ihm, dem Apotheker die Untersuchung zu übertragen, so wird sich sehr bald durch Schwefelwasserstoffgas das Fragliche ermitteln lassen, und die Procedur selbst ist

äußerst einfach. Wie selten aber tritt der Fall ein, daß der Bedrohte auf den Gedanken kommt, selbst wenn es der Fall wäre, würde das Herbeirufen eines Arztes den Verdacht zerstreuen müssen.

Die arsenige Säure wirkt auf doppelte Weise vergiftend, theils fressend, ätzend auf die organischen Theile mit denen sie in Berührung kommt also durch Entzündung des Magens und des Darmkanals, anderentheils aber wirkt sie eigenthümlich herabstimmend auf das Nervenleben und dieses tritt um so lebhafter hervor, je schneller die Aufnahme des Giftes erfolgt, wie es zu geschehen pflegt, wenn diese tödtliche Substanz in einer Auflösung gegeben wird. Es sind dann immer eigenthümliche Nervenzufälle, welche sich zeigen, indessen die eigentlichen heftigen Vergiftungssymptome ganz in den Hintergrund treten. Umgekehrt ist es, wenn die Aufnahme des Giftes langsam erfolgt, wenn es lange im Magen und im Darmkanal verweilt, wie dieses geschieht, sobald das Gift in seiner gewöhnlichen Form als Pulver in den Magen kommt (Otto).

Im Widerspruch mit dem vorhin über die Arsenikesser angeführten Erfahrungen steht die Thatsache, daß schon der vierte Theil, ja selbst der zehnte Theil eines Granes arseniger Säure das Wohlbefinden im hohen Grade stören und bei fortgesetzten Gaben den Tod herbeiführen kann. Es ist schwer, diese beiden sich scheinbar widersprechenden Thatsachen zu vereinigen, vielleicht aber giebt einigen Aufschluß der Umstand, daß bei leerem Magen und im hungrigen Zustande Hunden gegebener Arsenik sehr viel schneller und gewaltsamer wirkt, als wenn der Magen Speisen enthält. Bei ganz gefülltem Magen können solchen Thieren ziemlich bedeutende Gaben Arsenik gegeben werden, ohne daß sie irgend welche sichtliche Nachtheile davon gehabt hätten. Von den Arsenikessern nun ist bekannt, daß sie dieses Gift gewöhnlich im gesättigten Zustande nach dem Schluß einer Mahlzeit, und dann in Speck gehüllt zu sich nehmen, oder daß sie gleichfalls nach gehaltener Mahlzeit ein Stückchen des harten Steines im nicht gepulverten Zustande in den Mund nehmen und so im Laufe mehrerer Stunden die abgelösten unbedeutend kleinen Theile in den Magen gelangen lassen.

Bekommt ein Mensch 1 bis 2 Gran Arsenik in dem für seine Wirksamkeit günstigen Zustande, so kann der Tod nach 1 bis 2 Tagen erfolgen. Bei 3 bis 5 Gran geschieht dies schon in den ersten 24 Stunden. In flüssiger Form gegeben wirken gleich starke Gaben viel schneller und viel gewaltsamer.

In einem Handbuche der praktischen Toxikologie von und Simon werden die Erscheinungen einer Arsenikvergiftung Art dargestellt. „Eine halbe oder eine ganze Stunde nach

stellen sich ein: Uebelkeit, Aufstoßen, Speichelzusammenfluß und Speien, Gefühl von Brennen und Beängstigung in der Magengegend, Neigung zum Erbrechen, heftiges Würgen und wirkliches Erbrechen von gelblichen oder grünlichen Massen, welche bisweilen von Blutstreifen durchzogen sind oder auch Ausbrechen von Stoffen, welche mit reinem Blut vermischt sind. In solchen findet man nicht selten Spuren von Arsenik, besonders wenn derselbe in Substanz verschluckt worden ist. Mit diesen Symptomen ist häufig das Gefühl von Brennen, von großer Trockenheit, von Zusammenschnürung im Schlunde und im Kehlkopf verbunden, es wird begleitet von einem unauslöschlichen Durst. Die Magengegend ist äußerst empfindlich, man fühlt darin ein sehr heftiges Brennen, die ganze Umgegend des Magens ist aufgetrieben, es stellen sich kolikartige Schmerzen ein, welche sich mehr oder weniger über den ganzen Unterleib ausbreiten und häufig so heftig sind, daß sie gar keine Berührung zulassen, in diesem Falle sind die Schmerzen brennend, schneidend und reißend und von so entsetzlicher Art, daß der Kranke darunter zu erliegen scheint. Der Bauch wird gewöhnlich nach einwärts gezogen und eben so später heftig aufgetrieben. Es folgen sehr häufig flüssige Darmausleerungen, aber es ist damit auch sehr häufig Darmzwang oder Stuhlzwang, Blasenzwang, höchst schmerzhafte Harnverhaltung, auch wohl Blutharnen verbunden, umgekehrt erfolgt auch wohl häufig eine sehr reichliche Harnabsonderung.

Die Ausleerungen nach oben sind sehr anhaltend, das Erbrechen oftmals äußerst stürmisch, wird nicht selten so gesteigert, daß selbst die kleinste Menge genossener Flüssigkeit sogleich unter dem heftigsten Magenbrennen ausgeworfen wird. In gleicher Weise und in gleichem Verhältniß währt das Laxiren fort. Anfangs wird nur der Darminhalt ausgeleert, dann aber kommen schäumige durch Blut gefärbte gelbliche, grünliche oder schwärzliche Massen zum Vorschein, welche äußerst übelriechend sind. Neben diesen Erscheinungen, welche dem Magen und dem Gedärmsystem angehören, zeigt sich auch noch ein heftiges Ergriffensein des ganzen Organismus. Der Puls wird äußerst häufig und beschleunigt, dabei aber klein und schwach, ist unregelmäßig, setzt aus und verschwindet für kurze Zeit ganz. Der Athem wird sehr schwierig, ängstlich und kurz. Die Herzbewegungen werden stärker und beschleunigter. Die Haut, obwohl mit Schweiß bedeckt und sehr stark ausdünstend, ist doch kühl, bisweilen eisig kalt, während der Kranke über die furchtbarste Hitze im Innern klagt. Hände und Füße erscheinen bläulich, Mund und Zunge sind heiß und trocken, der Athem ist übelriechend, die Augen sind von blauen Ringen umgeben und tief eingesunken, das Gesicht ist beinahe ganz entstellt, bleich, bläulich, und verräth

große Angst, mitunter ist dasselbe auch auffallend geröthet und beinahe geschwollen.

Das Gemüth ist auf das Heftigste angegriffen, es zeigt sich ein unbeschreibliches Angstgefühl, das auf seinem Höhepunkt sich zur Todesangst des verurtheilten Verbrechers steigert. Zu dieser äußersten Verzagtheit gesellt sich eine außerordentliche Mattigkeit, welche abwechselnd mit starkem Zittern, mit Krämpfen in den Gliedmaßen, mit konvulsivischen Bewegungen, häufigen Ohnmachten, Irrereden, Stammeln der Sprache endlich übergeht in Trübung der sinnlichen und geistigen Thätigkeiten, bis nach fortschreitender Erlahmung der Tod eintritt, in seltenen Fällen schon nach einigen Stunden, in der Regel aber erst nach 1 bis 3 Tagen, auch wohl erst nach 8 Tagen.

In den Fällen, wo man Arsenik in großer Menge und aufgelöst und auch bei leerem Magen bekommen hat, wo das Gift also sehr schnell und vollständig in den Körper aufgenommen wird, sieht man die Nervenzufälle in den Vordergrund treten; solche Fälle gehören zwar zu den selteneren, kommen aber doch vor, und dann ist höchste Kraftlosigkeit, welche häufig bis in Ohnmacht übergeht, das stets wiederkehrende beständigste Kennzeichen der Vergiftung. Es gesellt sich dazu schreckliche Todesangst, Wadenkrampf, Eiseskälte der unteren Gliedmaßen, Gefühllosigkeit, Lähmung und Tod, welcher schon nach wenigen Stunden eintritt. (Sobernheim und Simon).

Dieses schreckliche Gift ist darum so äußerst gefährlich, weil es durch seine Benutzung zu technischen Zwecken leicht in die Hände des Publikums kommen kann, farblos, geschmacklos und geruchlos ist, sich also keinem der auf das Aeußere gerichteten Sinne offenbart und mithin in unzähligen Fällen durch den bösen Willen der Menschen oder durch Unvorsichtigkeit am Tode von bei weitem mehr Individuen schuldig ist, als man irgend muthmaßen kann. Man hat daher vorgeschlagen, diesem gefährlichen Gifte Substanzen zuzusetzen, welche einen starken Geruch verbreiten oder ihm eine sehr entschiedene Farbe geben, oder ihm einen starken nicht zu verkennenden Geschmack mittheilen. Wenn arsenige Säure mit Indigo oder mit Smalte vermischt und dadurch tief blau gefärbt wird, so wird jemand, dem man den Reißbrei damit gewürzt hat, dies wohl wahrnehmen, oder wenn man Arsenik mit Biebergeil oder mit Assa-Fötida, oder auch nur mit Terpentin vermischt, so wird der Kaffee oder die Chokolade, oder was es sonst genießbares sei, so ungenießbar abscheulich schmecken, daß derjenige, dem das Gift zugedacht ist, wohl aufmerksam darauf werden Gedanke wäre demnach sehr gut, sehr anerkennenswerth, al praktisch, denn so verändertes Arsenik ist zu den mei Zwecken gänzlich unbrauchbar, es kann damit weder

noch Bremerblau, noch weißes Kupfer, noch sonst etwas dargestellt werden, wozu man des Arseniks in gewöhnlicher Form bedarf, es bleibt daher kein Mittel übrig, um die Arsenikvergiftungen zu hintertreiben, als den Verkauf dieses so höchst gefährlichen Giftes überhaupt zu untersagen, und da dieses nicht thunlich ist, weil damit ein großer Theil der Industrie gestört oder gänzlich gehemmt werden würde, so kann man also nur nach den Mitteln forschen, durch welche man Arsenik in der Leiche des Vergifteten auffinden und den Schuldigen zur Bestrafung ziehen kann, damit ein Anderer sich warnen lasse. Aber was das heißen will, wie wenig Verbrecher sich durch das Beispiel der Bestrafung eines Anderen warnen lassen, zeigen uns ja die Tabellen der Verbrecher-Statistik.

Dennoch ist dieses das Einzige, worauf die gerichtliche Untersuchung auszugehen pflegt, und es handelt sich darum, diese Ausmittelung einerseits so einfach als möglich, andererseits so genau und sicher als möglich zu machen. Leider sind nicht beide Wege ganz gleichlaufend, und der genauen Ermittelung stehen große Schwierigkeiten, der leichteren Ermittelung große Unsicherheiten zur Seite.

Betrachten wir zuerst die einfachsten Methoden, so ist zuvörderst alles Verdächtige auf das Sorgfältigste zu sammeln, damit die Untersuchung von einem eigentlichen Chemiker geführt werden könne.

In den gewöhnlichsten Fällen ist das Gift als weißer Arsenik (arsenige Säure) angewendet worden, und findet sich alsdann als solcher in dem Magen und in den ersten Wegen des Vergifteten, und diese weiße Substanz ist herzustellen, aufzufinden, selbst wenn die Vergiftung durch gelben oder rothen Schwefelarsenik bewerkstelligt worden ist. Muthmaßt man dieses Letztere, wie es der Fall sein wird, wenn die Vergiftung in dem Hause eines Blech- oder Holzlackirers vorgekommen ist, welcher sich des Auripiments, des Schwefelarseniks zum gelben Anstrich bedient, so hat man die Magen- und Eingeweidetheile mit Wasser, dem ein wenig Schwefelsäure zugesetzt ist, zu kochen, da sich dann der Schwefelarsenik in arsenige Säure verwandelt. Man muß nicht glauben, daß man den muthmaßlich Schuldigen benachtheiligt, denn derjenige, der Schwefelarsenik in die Speisen mischt, weiß sehr wohl, was er thut und was seine That für Folgen hat. Der Chemiker giebt mit seiner Operation dem vorhandenen Gifte lediglich eine andere Form.

Hat man verdächtigen Kaffee, Wein, Thee zu untersuchen, so muß man diese längere Zeit ganz ruhig stehen lassen, um zu sehen, ob sich nicht ein weißer Bodensatz daraus abscheidet. Hat man es mit einem breiartigen Gemenge zu thun, so verdünnt man dasselbe mit reinem Wasser so

lange, bis sich alles Schleimige wohl darin vertheilt hat, und man erwartet nun gleichfalls das Absetzen der fraglichen weißen Substanz.

Zeigt sich keine Solche, so ist damit nicht gesagt, daß keine Arsenikvergiftung stattgefunden habe, sondern nur, daß sie in einer anderen Form vorgenommen worden sei, von der wir später handeln werden; zeigt sich aber ein solcher Niederschlag, so muß die Flüssigkeit davon abgegossen und der Niederschlag muß wiederholt gewaschen und so weit gereinigt werden, daß er allein ohne fremde Beimischungen übrig bleibt.

Nunmehr kann man zu der Prüfung derselben schreiten. Man streut eine kleine Portion von dem weißen Niederschlag auf glühende Kohlen, und alsbald wird sich diese Substanz verflüchtigen und das Zimmer mit einem entschiedenen Knoblauchsgeruch erfüllen, falls die weiße Substanz Arsenik war. Allerdings bringt auch Phosphor einen ähnlichen Geruch hervor, allein dieser zeigt sich schon ohne besondere Erhitzung, zeigt sich schon bei der Wärme der Hand, indeß der Arsenik diesen Geruch erst entwickelt, wenn er auf glühenden Kohlen wirklich verdampft.

Um sich zu vergewissern, hält man über das verdampfende Pulver eine blank polirte Kupferplatte, welche in der Entfernung von einigen Zollen mit einem weißen Anflug beschlagen, in einer sehr geringen Entfernung aber schwarz anlaufen wird, dies sind sehr sichere Zeichen des vorhandenen Arseniks.

Man kann auch die Reduction der arsenigen Säure zu Metall vornehmen, indem man etwas von der weißen Substanz mit Kienruß mengt, zwischen zwei Kupferplatten bringt, die man durch Draht auf einander bindet und dann sehr stark erhitzt. War die weiße Substanz wirklich Arsenik, so verbindet sich der Sauerstoff mit der Kohle, indeß das Arsenmetall mit dem Kupfer eine Legirung eingeht und dort, wo es gelegen hat, einen weißen Fleck hervorbringt.

Man kann auch einen anderen Weg einschlagen, besonders wenn man nur sehr wenig von dem als Arsenik verdächtigen Pulver hat. Man befeuchtet ein Glasstäbchen an seiner Spitze, so daß die weiße Substanz, der muthmaßliche Arsenik, daran hängen kann, dann hält man die so beschickte Spitze über ein Gefäß mit siedendem Wasser, so daß sich die Dämpfe daran niederschlagen und [illegible] bis sich ein Tropfen Wasser an der Spitze gebildet hat. Dieser enthält nun das Arsenik aufgelöst. Man bringt den Tropfen auf ein Stückchen Papier, man [illegible] daß er sich auf der Fläche ausbreitet. Hält man den Papierstreifen über Schwefelwasserstoff, das mit einer verdünnten Säure aus Schwefeleisen entwickelt wird, so entsteht alsbald ein gelber Fleck, welcher in Ammoniakflüssigkeit verschwindet, aber nicht

sobald diese sich verflüchtigt haben. Dieser gelbe Fleck ist das vollkommen sichere Kennzeichen, daß die aufgelöst gewesene und auf das Papier gebrachte Substanz Arsenik war.

Wenn in der verdächtigen Substanz Arsenik sich in aufgelöstem Zustande befindet, so wird die Darstellung desselben schon schwieriger, aber sie ist dennoch vollkommen möglich. Es muß zuerst darauf gesehen werden, daß die verdächtige Flüssigkeit von allen organischen Stoffen befreit werde. Ist die Flüssigkeit Gerbestoffhaltig, wie Thee, Kaffee, Rothwein, so bringt man eine Auflösung von sehr gereinigtem Leim oder von Hausenblase dazu, so lange sich noch eine Trübung und aus dieser ein Niederschlag bildet. Man läßt diesem vollkommen Zeit, sich abzusetzen, filtrirt dann die klar gewordene Flüssigkeit, und stellt mit dieser die sofort anzuführenden Versuche an. War die Flüssigkeit schleimig wie Milch, oder enthielt sie sonst thierische Stoffe, wie Bouillon, so muß man sie mit Alkohol versetzen, welcher die thierischen Stoffe abscheidet, indem er sie zum gerinnen bringt, während die arsenige Säure in der Auflösung unverändert bleibt.

Die geeignetsten Prüfungsmittel sind folgende:

1) Schwefelwasserstoff-Wasser oder Schwefelwasserstoff-Gas wird mit der verdächtigen Flüssigkeit gemischt und geschüttelt, das Gas wird anhaltend hineingeleitet, man thut wohl, die verdächtige Flüssigkeit zuvor ein Wenig mit Salzsäure oder Schwefelsäure zu vermischen, doch darf die Menge der Säure nur eine sehr geringe sein. Wenn in der verdächtigen Flüssigkeit Arsenik aufgelöst enthalten war, so entsteht durch den gedachten Zusatz ein gelber Niederschlag, welcher Schwefelarsenik ist. Es ist von Wichtigkeit, daß man die etwa vorhandene Kohlensäure verjagt, daher kocht man die verdächtige Flüssigkeit und leitet nun das Schwefelwasserstoffgas hinein, welches viel wirksamer ist als das Schwefelwasserstoffwasser. Bei diesem ist allerdings keine Ansäuerung nöthig, da dasselbe schon freie Säure enthält. Bei Anwendung des Schwefelwasserstoffgases aber ist die Ansäuerung unerläßlich, weil ohne dieselbe nur eine gelbe Trübung keineswegs aber ein Niederschlag erscheinen würde. Unter allen Umständen muß man sehr sorgfältig verfahren, und nur ganz reine Prüfungsmittel anwenden. Ist z. B. die zur Säurung gebrauchte Salzsäure nicht ganz frei von beigemengtem Chlor, so wird durch das hineingeleitete Prüfungsmittel ein gelber Schwefelniederschlag abgeschieden, der also sehr leicht eine Täuschung herbeiführen könnte. Schwefel nämlich ist kein Gift, man würde also durch solch eine Untersuchung eine Vergiftung entdecken, wo gar keine ist.

2) Die Auflösung von salpetersaurem Silber zur Prüfung auf Arsenikgehalt angewendet, giebt folgende Resultate. Die verdächtige Flüssig-

keit wird gereinigt wie oben angedeutet, dann wird ihr ein wenig Ammoniak zugesetzt, um sie neutral zu machen. Bringt man nunmehr die Lösung von salpetersaurem Silber hinzu, so entsteht ein gelber Niederschlag, wenn arsenige Säure, ein rother oder brauner, wenn Arseniksäure vorhanden war. Dieser Niederschlag ist sowohl in Ammoniak, als auch in Salpetersäure oder in Essigsäure auflöslich, er würde daher nicht gehörig erscheinen, wenn man die Flüssigkeit nicht vollkommen neutral macht. Arsenige Säure giebt zwar eine Spur eines weißlichen oder bräunlichen Niederschlages, auch wenn die Flüssigkeit nicht gerade ganz neutral war, viel sicherer und besser ist jedoch diese völlige Abgleichung mit Sorgfalt vorzunehmen.

Es findet ein ähnlicher Niederschlag auch durch die Gegenwart von Phosphorsäure oder von phosphorsauren Salzen statt, allein man hat gute Mittel, diesen gelben Niederschlag von dem durch Arsenik hervorgebrachten zu unterscheiden. Dieser letztere löst sich in Essigsäure auf, was mit den Phosphorniederschlägen keineswegs der Fall ist. Man kann die Prüfung auch so anstellen, daß man mit der verdächtigen Flüssigkeit auf einem Stücke weißen Papiers einen breiten Strich zieht, und dann mit einem Stück Höllenstein, d. h. mit salpetersaurem Silber in fester Substanz einige Male längs des nassen Striches hin- und herfährt. Es entsteht unter allen Umständen ein gelber Strich, aber er ist rauh und fleckig und wie zerronnen wenn er von Arsenik herrührt, dagegen rein und glatt, wenn er von einem Phosphorsalz erzeugt worden ist, auch bleibt dieser Strich nicht gelb, sondern er wird nach einigen Minuten grün, immer dunkler und zuletzt schwarz, indessen der von Arsenik erzeugte Strich gelb bleibt oder sehr langsam braun wird.

3) Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak ist gleichfalls ein sehr brauchbares Prüfungsmittel. Wird dieses einer Flüssigkeit zugesetzt, welche Arsenik aufgelöst enthält, so bildet sich ein apfelgrüner Niederschlag, es ist dabei jedoch ganz besonders nöthig, die größte Sorgfalt anzuwenden, indem die Bildung des Niederschlages verhindert wird, wenn die zu prüfende Flüssigkeit Salmiak, ein freies Alkali oder eine fremde freie Säure enthält. Ist der Niederschlag aber gewonnen worden, so scheidet man ihn ab und prüft ihn auf Arsenik, es zeigt sich auch dieser Niederschlag sehr leicht auflöslich in Ammoniak oder Salmiak.

4) Kalkwasser, welches frisch bereitet ist, bringt aus einer arsenikhaltigen Flüssigkeit einen weißen Niederschlag hervor. Man tröpfelt hierbei nicht das Kalkwasser in die zu prüfende Flüssigkeit, sondern umgekehrt die Flüssigkeit in das Kalkwasser. Allein dieses ist nicht genug, der gewonnene Niederschlag muß noch geprüft werden, indem ein solcher au

Niederschlag auch noch durch viele andere Dinge hervorgebracht werden kann. Ob der weiße Niederschlag arsenikſaurer Kalk sei, ergiebt sich durch die vorhin angedeutete Probe zur Herstellung von metallischem Arsen.

5) Der Galvanismus giebt noch ein höchst einfaches und sicheres Prüfungsmittel ab. Man säuert die verdächtige auf die oben angeführte Art gereinigte Flüssigkeit mit ein wenig Salzsäure sehr schwach an, bringt sie in ein Silber-, oder was noch besser ist, in ein Platingefäß und stellt ein Zinkstäbchen hinein, so daß dasselbe bis auf den Boden des Kesselchens reicht. Ist Arsenik in der Flüssigkeit vorhanden, so setzt sich dasselbe sehr bald in Form eines grauen oder braunen Niederschlages auf dem Zink ab, und wenn man nunmehr das Stäbchen erhitzt, oder wenn man den Niederschlag abschabt und auf glühende Kohlen bringt, so zeigt der Geruch nach Knoblauch unfehlbar die Anwesenheit des Arseniks an, auch zeigt sich an darüber gehaltenem blanken Kupfer sogleich ein weißer Fleck.

In den hier angegebenen Methoden, welche jedem Laien zugänglich sind, liegen die einfachsten Mittel zur Entdeckung einer Arsenikvergiftung und es können dieselben besonders auf dem Lande, wo man von der Beihülfe eines Chemikers oder Apothekers entfernt ist, von großem Nutzen werden. Allein sie leiden freilich alle an dem Fehler, daß sie nicht fein genug, nicht die geringsten kaum wägbaren Spuren aufzufinden geeignet sind. Man hat aber von jeher auf die Ermittelung auch der geringsten Spuren einen großen Werth gelegt. Da von der Aussage des Chemikers, der die Untersuchung unternommen hat, Tod und Leben eines beargwohnten Menschen abhängt, so kann man nicht behutsam genug zu Werke gehn, und man wird selbst beim Vorhandensein anerkannt vortrefflicher Methoden noch immer nach besseren zu suchen haben.

Der famose Prozeß der unglücklichen Madame Lafarge hat den recht deutlichen Beweis geliefert, auf wie schwachen Füßen das Beweisverfahren damals stand. Eine Commission von Chemikern fand schwache Spuren von Arsenik. Eine zweite Commission von Chemikern fand nicht die Spur einer Spur von Arsenik. Der Gerichtshof aber, welcher, wie es beinahe den Anschein hatte, die unglückliche Frau verurtheilt wissen wollte, berief noch eine dritte Commission zur nochmaligen Untersuchung, und derjenige, welcher die Untersuchung leitete, war der berühmte Orphila, der Schlimmste, den man hätte wählen können, denn um zu beweisen, daß er allein im Besitz alles Giftmischerwissens sei, pflegte er jeder Zeit das Entgegengesetzte von dem zu sagen, was durch die früheren Untersuchungen ermittelt war, so kam es denn unausbleiblich, daß, wenn eine Commission Gift gefunden hatte, Herr Orphila keines fand, und der Angeklagte auf diese Autorität hin frei gesprochen wurde, umgekehrt geschah es, daß, wenn

die Voruntersuchung kein Arsenik ergeben hatte, Herr Orphila welcher fand, und auf diese Weise mag wohl Mancher hingerichtet sein, lediglich, weil Herr Orphila sich für verpflichtet hielt, das Urtheil derjenigen umzustoßen, welche vor ihm gewagt hatten, zu sprechen. Wie noch in jetzigen Zeiten, wenn in der katholischen Kirche eine Streitigkeit vorliegt, Rom entscheidet, und „Si Roma locuta est" — wenn Rom gesprochen hat, jede Appellation unmöglich ist, so war auch bei den Entscheidungen, welche Orphila abgegeben hatte, die Sache als beendet anzusehen, denn kein Mensch wagte gegen Orphila's Entscheidung irgend etwas einzuwenden.

In dem vorliegenden traurigen Falle, in welchem nach preußischen Gesetzen betrachtet, nicht einmal die Vergiftung überhaupt, viel weniger aber die Schuld der Frau festgestellt war, kam doch Orphila dahin, die Frau lebenslänglicher Einkerkerung und dem sogenannten bürgerlichen Tode zu übergeben. Er erschien mit ernster feierlicher Miene vor dem Gericht und erklärte, sein Urtheil nach bestem Wissen abgeben zu wollen, entfernte sich, um die Untersuchung in einem Nebenzimmer vorzunehmen, ließ die Anwesenden in einer ängstlichen Spannung und die arme beängstigte Frau in Todesbangen zurück. Nach einer tödtlich langen Stunde kehrte er bleich mit niedergeschlagenen Blicken die Hände ringend wie ein wahrer Comödiant zurück und erklärte, er habe Arsenik gefunden; zwar äußerst wenig, indessen doch wirklich mehr, als von Natur im menschlichen Körper vorhanden sei, und daß die früher beschäftigten Chemiker keinen Arsenik gefunden, rühre lediglich daher, daß sie nur geringe Mengen der fraglichen Substanz untersucht hätten, während er den ganzen Mageninhalt und den Magen selbst der Untersuchung unterzogen und hierbei allerdings Spuren von Arsenik entdeckt habe.

Hiermit begnügte sich der Gerichtshof, forderte nicht die Vorlegung der Giftsubstanz, forderte nicht die Erklärung, daß die vorgefundene Menge wirklich unter allen Umständen zur Tödtung genüge, sondern forderte die Juri zum Verdict auf, und diese lautete auf Schuldig. Keineswegs, weil die Ueberzeugung der Schuld vorlag, sondern, weil es doch zweckmäßiger schien, eine Verdächtige schuldig zu finden, als eine Schuldige frei zu sprechen.

Die Engländer verfahren in diesem Punkte gerade umgekehrt, sie sagen, es sei besser, man spreche zehn Schuldige frei, als daß man einen Unschuldigen verurtheilt.

Dem Verfasser scheint Eines wie das Andere gleich thöricht, ja das letztere, das Verfahren der Engländer vielleicht noch viel schlimmer, als das der Franzosen, denn wenn die Engländer zehn Mörder frei sprechen um nicht etwa einen Unschuldigen zu verurtheilen, so können sie leicht

den Fall kommen, durch diese zehn freigesprochene Mörder statt eines Unschuldigen 50 und 100 Unschuldige hingerichtet, d. h. ermordet zu sehen.

Allein welches Verfahren man auch einschlagen möge, das Allerwichtigste ist unter allen Umständen die Ueberzeugung von dem wirklich vollzogenen Verbrechen, also in unserem Falle von einer wirklichen Vergiftung. Eine solche kann nicht anders gewonnen werden, als dadurch, daß das Gift wirklich in Substanz dargestellt wird, und diese Substanz muß in solcher Menge vorhanden sein, daß es unzweifelhaft ist, ein Mensch könne durch die genossene Quantität den Tod erleiden.

Das Erste und Wichtigste ist jedenfalls die Untersuchung der Prüfungsmittel selbst, welche jeder anderen Untersuchung vorangehen muß, denn die Säuren und Alkalien, welche man aus den Droguerien kauft, sind selten rein und enthalten nicht selten Spuren von Arsenik, und von diesen Spuren kann Leben und Tod des Angeklagten abhängen, es muß ferner, wenn die verhängnißvolle Substanz gefunden worden ist, noch bewiesen werden, daß sie wirklich Arsenik sei, daß durch den Chemiker nicht eine Verwechselung stattgefunden habe, wie dieses sehr leicht geschehen kann, da z. B. Antimon sich hinsichtlich seines Verhaltens gegen mehrere Prüfungsmittel dem Arsen außerordentlich ähnlich zeigt. In neuerer Zeit verlangt man deshalb auch, daß solche Untersuchungen gemacht, und daß derselben in dem Protokoll ausdrücklich erwähnt werde. Es ist ferner von größter Wichtigkeit, daß Alles zu einer solchen Untersuchung erforderliche in größter Vollkommenheit sowohl, als auch in genügender Menge vorhanden sei; hierzu gehören mehrere Argand'sche Spirituslampen, große Porzellanschaalen, kleine Porzellanschaalen und kleine dünne Tiegel von feinem Porzellan, welches Alles man in den Berliner Porzellan-Manufakturen in sehr großer Vollkommenheit erhält.

Man braucht ferner Becher, Gläser und Kolben von verschiedener Größe, einen Apparat zur Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, und eine Flasche, um dieses Gas sorgfältig zu waschen. Ueberdies sind noch Gasentwickelungs-Apparate von verschiedener Größe nöthig, endlich braucht man sogenannte Reduktionsröhren.

An Prüfungsmitteln wird gebraucht chemisch reines Zink, reine Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, reines chlorsaures Kali, salpetersaures Natron, kohlensaures Natron, Ammoniakflüssigkeit, frisch bereitetes kräftiges Schwefelwasserstoffwasser, Schwefelammonium, frisch bereitete alkalische Lösung von Chlornatron, welches gewonnen wird, indem man Chlor in eine Auflösung von kohlensaurem Natron leitet.

Die Gefäße, welche die zu untersuchenden Substanzen enthalten, müssen dem Chemiker genau bezeichnet und wohl versiegelt übergeben werden.

Die sämmtlichen Gegenstände, welche zur Untersuchung verwendet werden, müssen sehr sorgfältig gereinigt sein. Manche Gerichte verlangen durchweg neue Gefäße, Trichter, Schaalen &c. Dies ist jedenfalls überflüssig, größte Reinlichkeit aber ist unerläßlich.

In dem Laboratorium oder Gerichtszimmer, in welchem die Untersuchung vorgenommen wird, darf kein Zweiter arbeiten, an den Arbeitstisch darf keine andere Person kommen, bei dem Verlassen des Lokales muß dasselbe verschlossen, ja am Besten versiegelt werden.

Wenn irgend eine dieser Vorsichtsmaßregeln vernachlässigt worden ist, so ist die ganze Untersuchung Null und nichtig, denn da es sich immerfort um lebenslängliche Entziehung der Freiheit oder gar um den Tod handelt, so hat der Angeklagte vollkommen recht, wenn er jede Maßregel, welche ihn irgend zu schützen im Stande ist, befolgt wissen will.

Die Untersuchung kann gerichtet sein auf den Arsenik, welcher noch vorhanden ist in dem Inhalte des Magens und des Darmkanals oder in den ausgebrochenen Massen, oder sie kann gerichtet sein auf den aufgelösten, und also nicht sichtbaren Arsenik, welcher dann auch nicht mehr mechanisch abgeschieden werden kann. Endlich kann die Untersuchung gerichtet werden auf den Arsenik, welcher in der Blutmasse und im Harn vorhanden ist, welches alle Zeit geschieht, wenn man den Magen und den Darmkanal leer findet.

Hat man das Gift in Substanz vorliegen, so ist die Entscheidung, ob es Gift sei oder nicht, sehr leicht; hat man aber den Inhalt des Magens oder ausgebrochene Massen vor sich, so wird die Untersuchung schwieriger und die Vorsicht doppelt nothwendig, man darf alsdann niemals vergessen, daß der Arzt bei dem Verdacht einer Vergiftung immer ein anhaltendes Brechmittel, und als solches Brechweinstein giebt, ein Antimonpräparat, welches sich bei den Untersuchungen immer als Arsenik zeigt, daher mit größter Sorgfalt untersucht werden muß, ob das als Gift erscheinende auch wirklich Gift sei.

Die erste Untersuchung wird sich immer auf den Arsenik in Substanz, auf Körner oder Körnchen davon richten, zu diesem Behufe muß man denselben aus dem Mageninhalt oder dem Darminhalt zu gewinnen suchen. Man kehrt die herausgenommenen Eingeweide um, wäscht sie auf das Sorgfältigste ab, untersucht mit der Loupe besonders diejenigen Stellen, welche sich geröthet zeigen, also eine Entzündung vermuthen lassen; wenn sich aber hier nichts zeigt, so verrührt man den ausgespülten und [illegible] gewaschenen Magen und Darminhalt mit so viel destillirtem Wasser, um ihn ganz dünnflüssig zu machen. Die Gesammtmasse alles dieses Inhalts befindet sich in einem weiten Becherglase, wird darin mit einem Glasstäbchen in kreisende Bewegung gesetzt und dann sich selbst über-

Nach kurzer Zeit gießt man die Flüssigkeit ab und sieht nach, ob sich ein weißer Bodensatz gebildet hat. In diesem Falle ist schon sehr viel Arsenik vorhanden und es kann sogleich zur Untersuchung geschritten werden. Findet sich jedoch kein solcher Bodensatz, so können sich wohl noch einzelne Körnchen zeigen, man verdünnt deshalb den in dem Glasbecher belassenen Inhalt nochmals mit Wasser, rührt dasselbe wieder um, läßt ihm zum Absetzen Zeit, gießt nun das Wasser sehr sorgfältig ab und forscht abermals nach einem solchen Inhalt. Sind nunmehr einzelne Körnchen einer Substanz vorhanden, so sucht man diese mit einer Pincette zu fassen und sie der Untersuchung zu unterwerfen, hierzu bedarf man einer ausgezogenen Glasröhre, welche Figur 1179 in natürlicher Größe zeigt. Ueber einer Gebläselampe zieht der Glasbläser die einen halben Zoll weite Röhre so aus, wie die Figur zeigt, gewöhnlich macht er zwei solche Röhren auf ein Mal, er nimmt ein Fuß langes Stück des erforderlichen Rohres, erweicht dasselbe in der Mitte durch die Gebläseflamme und zieht die beiden Hälften nunmehr etwa drei Zoll weit auseinander, wodurch eine solche verdünnte Stelle entsteht. Er schmilzt diese Verdünnung nunmehr genau in der Mitte zu, dadurch entstehen zwei Stücke von sechs Zoll, deren jedes an einem Ende ausgezogen, und zu gleicher Zeit eben daselbst geschlossen ist.

Fig. 1179.



Soll nunmehr dasjenige, was man als Arsenik gefunden hat, darauf untersucht werden, ob es wirklich Arsenik ist, so bringt man dasselbe in den untersten dünnen ausgezogenen Theil dieses Röhrchens, legt darauf ein feines Splitterchen von Holzkohle, wie dieses in der Zeichnung angedeutet ist, und läßt das letztere über einer kleinen, schwachen Spiritusflamme in Gluth kommen, jedoch so behutsam, daß nur die Kohle selbst glühend wird. Ist dieses erlangt, so hebt man die bisher horizontal gehaltene Röhre am vorderen Ende so empor, daß nach und nach immer mehr von dem Kohlensplitter in der kleinen Flamme glühend wird und nun auch die weiße zu untersuchende Substanz an der Hitze Theil nimmt. Bestand dieselbe aus Arsenik, so wird sie bald gänzlich verschwinden, denn sie verdampft, allein der Dampf, bei der glühenden Kohle vorbei streichend, wird von der Kohle zersetzt, diese verbindet sich mit dem Sauerstoff des Oxydes und läßt das Metall frei. Dasselbe schlägt sich an der nächsten kalten Stelle des Röhrchens, also gleich da, wo die Verengerung aufhört, nieder, und bildet einen braunschwarzen oder ganz schwarzen Spiegel, wie die Figur 1179 zeigt.

Diese Umstände sind schon fast vollständig beweiskräftig, allein man will doch noch sicherer gehen, deshalb erhitzt man sehr behutsam gerade die Stelle, wo der muthmaßliche Arsenspiegel sich befindet. Das Arsen verdampft dadurch, und im luftleeren Raume würde es von dieser Stelle verflüchtigt und an einer anderen Stelle niedergeschlagen werden, da das Röhrchen aber Luft enthält, so findet nicht blos eine einfache Verdampfung, eine Sublimation statt, sondern das verdampfende Arsen verbindet sich mit dem Sauerstoff der vorhandenen Luft wieder zu einem Oxyde, d. h. zu arseniger Säure, und diese schlägt sich gleichfalls, aber als weißes Pulver an den Glaswänden nieder, wie gleichfalls in der Figur 1179 angedeutet ist. Wenn man diese weißen Punkte mit einem Mikroskop untersucht, so findet man ganz deutlich, daß dieselben aus Krystallen von Octaëderform bestehen. Hier hat man nun schon drei Versuche, welche darauf hinweisen, daß die untersuchte Substanz Arsenik sei, allein man kann noch einen vierten vollkommen überzeugenden Versuch machen; man schneidet das Röhrchen ganz nahe an der Stelle des schwarzen Spiegels ab, erhitzt dasselbe in einer kleinen Spiritusflamme und nimmt nunmehr wahr, daß, so wie die Verdampfung eintritt, sich die Flamme an der Stelle, wo die Dämpfe sie berühren, bläulich weiß färbt, und man nimmt ferner auch den Knoblauchsgeruch wahr, der das verdampfende Arsen charakterisirt, wenn man mit dem offenen Röhrchen aus der Flamme schnell unter die Nase fährt.

Diese Versuche hinter einander gemacht und so übereinstimmend befunden, geben einen unumstößlichen Beweis dafür, daß die untersuchten Körnchen wirklich Arsenik waren.

Wenn es irgend möglich ist, d. h. wenn sich genug von der verdächtigen Substanz findet, so muß der Versuch noch einmal gemacht werden, damit man im Stande sei, eine solche unverletzte Glasröhre mit dem Arsenspiegel zu den Gerichtsakten zu geben.

Nicht selten wird statt des weißen Arseniks das metallische Arsen, der sogenannte Scherben-, Kobalt- oder Fliegenstein angewendet. Wo dieses gemuthmaßt wird, besser aber unter allen Umständen bei jeder vorausgesetzten Vergiftung, wird die Aufmerksamkeit des Chemikers sich auch hierauf richten müssen; der Fliegenstein ist aber nicht weiß, sondern schwarz, bei der Untersuchung des Mageninhaltes wird man also den Niederschlag, auch wenn er nicht weiß, sondern schwarz ist, auf Arsenik zu prüfen haben. Dieser schwarze Niederschlag besteht aus schweren schwarzen Flitterchen oder Körnchen, man sucht diese heraus, bringt sie in eine von den beschriebenen Röhren und erhitzt sie ohne Zusatz von Kohle. Es eine Sublimation, es bildet sich ein Arsenspiegel, welcher nachher, im weiteren Theile der Röhre angelangt oder dahin getrieben, erhitzt

und im Uebrigen ganz dieselben Erscheinungen zeigt, die wir vorhin beschrieben haben. Wirft man ein paar von diesen Körnchen auf glühende Kohlen, so zeigt sich sofort der knoblauchartige Arsengeruch.

Das bisher Gesagte bezieht sich auf den Fall, daß man nach dem Auswaschen und Verdünnen des Mageninhalts wirkliche arsenige Säure oder Arsenmetall gefunden hat. Ist dieses aber nicht der Fall, so ist damit noch keineswegs bewiesen, daß eine Vergiftung nicht stattgefunden habe, denn Arsenik kann nunmehr noch wohl in aufgelöstem Zustande vorhanden sein. Daher darf bei dem Suchen nach Arsenik in der Substanz das abgegossene Flüssige keineswegs fortgegossen werden, sondern sie muß nunmehr einer neuen, gegen den aufgelösten Arsenik gerichteten Untersuchung unterworfen werden.

Bei den Untersuchungen pflegt man sorgfältig zu unterscheiden das Ausgebrochene, den Mageninhalt und den Darminhalt. Hierdurch ist nämlich darzuthun, ob aller Arsenik bei dem stets erfolgten Erbrechen ausgeworfen worden ist, ob davon im Magen etwas zurückgeblieben ist und endlich ob das Gift schon in die Eingeweide übergegangen ist. Man trennt also, wie bereits bemerkt, diese dreierlei Ausleerungen, und man macht auch niemals den Versuch mit der ganzen Masse, wie es der berühmte Herr Orphila gethan, sondern man nimmt jeder Zeit nur gerade so viel davon, als zur Erlangung eines sicheren Resultates nöthig ist, damit man noch genug übrig behält für den Fall, daß ein Versuch mißlinge, oder daß man einen andern bestätigenden Versuch machen wolle.

Das Erste, was man bei ferneren Untersuchungen zu thun hat, ist die Zerstörung der organischen Stoffe und die Auflösung der Gesammtmenge des etwa vorhandenen Arsens; hierzu mischt man die zu untersuchende Masse mit concentrirter Salzsäure, davon man ungefähr so viel nimmt, als die untersuchte Substanz wiegen würde, wenn sie getrocknet wäre. Ist die Masse sehr dick, so gießt man so viel Wasser zu, daß sie zu einem dünnen Brei wird, es kann auch umgekehrt nöthig sein, etwas von dem vorhandenen Wasser verdunsten zu lassen, besonders wenn man diese Substanzen vorher schon stark verdünnt hatte, um sie auf arsenige Säure zu untersuchen, die Arsenikkörnchen herauszuholen. Diese Verdampfung muß dann immer im Wasserbade geschehen, damit kein Anbrennen möglich ist.

Ist die Mischung mit Salzsäure geschehen und die erforderliche Verdünnung oder Verdichtung erreicht, so erwärmt man die Masse in einer Porzellanschaale gleichfalls im Wasserbade und setzt ihr in Zwischenräumen von etwa 5 Minuten reines chlorsaures Kali zu, in Portionen von etwa ½ Drachme, dieses wird fortgesetzt, bis die Flüssigkeit in der Schaale hellgelb, völlig gleichmäßig und dünnflüssig geworden ist. Nunmehr setzt man

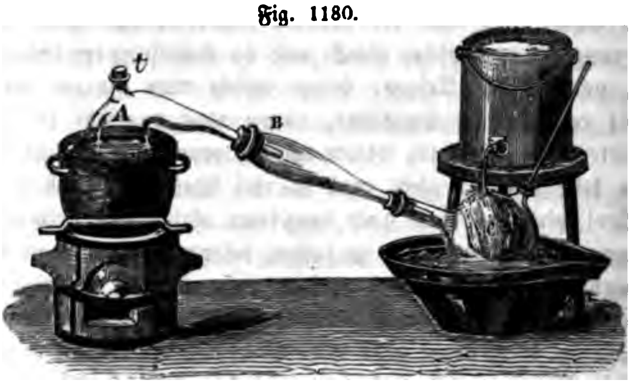
[illegible] Mal 2 Drachmen chlorsaures Kali zu und setzt die Erwärmung fort, bis der sich entwickelnde Chlorgeruch gänzlich verschwunden ist.

Man läßt nun den Inhalt der Schaale erkalten und filtrirt denselben durch weißes Papier, welches jedoch keine Spur von Smalte haben darf. Der Rückstand auf dem Filtrum wird mit heißem Wasser ausgewaschen, und diese Flüssigkeit wird der übrigen filtrirten Masse zugesetzt, war die Menge derselben jedoch sehr groß, so pflegt man sie vor dem Zusatz noch abzudampfen.

Durch diese Operation werden die organischen Stoffe zersetzt, und wird das etwa vorhandene Arsen oder die aufgelöste arsenige Säure in Arsensäure verwandelt.

Sehr vorsichtige Chemiker pflegen die Untersuchung bis zu diesem Punkte nicht in einer offenen Schaale, sondern in einer Retorte mit Vorlage vorzunehmen, weil sie behaupten, die Verbindungen von Chlor mit Arsen seien flüchtig und es könnte bei dem Verdampfen an freier Luft viel davon verloren gehen. Viel nun wohl nicht, denn es hat nicht erwiesen werden können, daß ein solcher Verlust in wirklich nachweisbarer Menge stattfindet, man läßt nämlich die zu untersuchende Flüssigkeit niemals in's Kochen kommen, allein wenn eine Abdampfung der zu stark verdünnten Flüssigkeit vorgenommen werden muß, so pflegt man dieses allerdings in einer Retorte zu thun, welche dann der größeren Vorsicht wegen tubulirt ist, wie die beigegebene Figur 1180 zeigt. Durch den Tubulus kann man

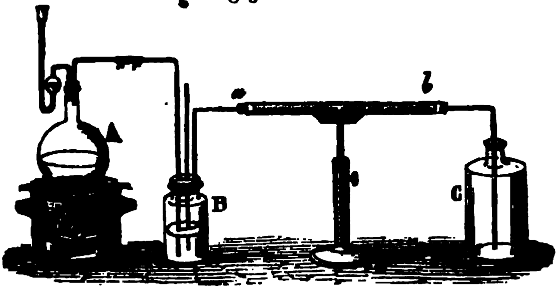
Fig. 1180.



die zu verdampfende Flüssigkeit einfüllen, ohne daß der Hals der Retorte dadurch verunreinigt wird. Das Destillat, welches sich in der Vorlage sammelt, soll eigentlich nur reines Wasser sein, muß aber doch unte[illegible] werden, weil die Möglichkeit, daß sich Chlor mit Arsen in Verbind[illegible] darin findet wirklich vorhanden ist.

Nachdem man die verschiedenen Antheile der zu untersuchenden Substanz auf die gedachte Weise behandelt und vereinigt hat, geht man zur Untersuchung selbst über, d. h. zur Fällung des Giftes in der Form von Schwefelarsen. Die Flüssigkeit wird in einen geräumigen Kolben oder in eine große Flasche gebracht, und es wird dann ein langsamer Strom von Schwefelwasserstoffgas hineingeleitet. Das Gas wird in dem Kolben A (Fig. 1181)

Fig. 1181.



bereitet, in der Waschflasche B gewaschen, in dem Rohre ab durch Chlorkalk getrocknet und dann in die Flüssigkeit geleitet, welche in der Flasche C befindlich ist. Diese letztere muß in einem Gefäß mit Wasser stehen, welches man durch eine untergesetzte Lampe beliebig erwärmen kann. Es wird das Gas so lange in die Flasche geführt, bis ihr Inhalt mit dem Gase vollkommen gesättigt ist, dann beginnt man die Erwärmung, welche bis auf 70, ja bis auf 80 Grad R. steigen darf. Sobald dieses geschehen ist, läßt man sie zwar wieder erkalten, führt das Gas jedoch fortwährend hinein, bis sie abermals damit gesättigt ist, und läßt sie nunmehr 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen.

Wenn nach dieser Zeit die Flüssigkeit nur noch schwach nach Schwefelwasserstoffgas riecht, so macht man die ganze vorhin gedachte Operation von Anfang bis zu Ende noch einmal durch, denn nur auf diese Weise ist es möglich, daß alles in der Flüssigkeit enthaltene Arsen als Schwefelarsen ausgeschieden wird. Das Gift ist nämlich in der Flüssigkeit in Form von Arsensäure vorhanden, und die Umwandlung und Zersetzung derselben durch Schwefelwasserstoff geht nur langsam vor sich.

Man muß nun nicht glauben, der ganze vorhandene Niederschlag bestehe aus Schwefelarsen, es sind vielmehr auch alle metallische Substanzen, welche möglicherweise in der Flüssigkeit enthalten waren, wie Kupfer, Blei, Antimon, Quecksilber, als Schwefelmetalle darin enthalten, auch organische Stoffe finden sich im Niederschlage.

Es ist möglich, daß sich sogar nicht einmal Schwefelarsen vorfindet,

selbst wenn arsenige Säure wirklich in der Flüssigkeit enthalten war, dieses wird immer stattfinden, wenn die Menge des Giftes eine sehr geringe gewesen ist, findet man daher durch den gedachten und wiederholten Versuch keine Spuren des Giftes, so muß man die Flüssigkeit im Wasserbade niederdampfen, so lange bis die darin enthaltene arsenige Säure genügend concentrirt ist, um für das Wasserstoffgas empfänglich zu sein.

Aber auch wenn nunmehr oder wenn gleich Anfangs bei dem ersten Versuch ein Niederschlag entsteht, so ist es durchaus nicht nothwendig, daß dieser von Schwefelarsen herrühre, im Gegentheil wird sich beinah immer ein Niederschlag, wenn auch von andern Metallen oder gar nur von organischen Stoffen bilden. Deshalb muß der Niederschlag erst darauf versucht werden, man muß ermitteln, was er eigentlich enthalte.

Die Flüssigkeit wird nach dem Erkalten von dem Niederschlag getrennt und dieser auf ein Filtrum gebracht, auf welchem man ihn mit Wasser auswäscht, das mit Schwefelwasserstoff gesättigt ist, man süßt ihn dann mit reinem Wasser aus.

Muthmaßt man andere Metalle in dem Niederschlag, so müssen diese zuerst entfernt werden. Das ganze Filtrum wird mit dem darauf ruhenden Niederschlage in ein Porzellanschälchen gebracht, wird mit ein wenig Wasser übergossen, mit Hülfe eines zarten Federbartes zu einem dünnen gleichförmigen Brei verrührt und dann mit Ammoniakflüssigkeit versetzt. Dieses jedoch nur Tropfenweise und nur so lange, als noch etwas davon aufgelöst wird. Wenn sich der Ueberschuß der Ammoniakflüssigkeit durch den Geruch deutlich zu erkennen giebt, so hört man mit dem ferneren Zusatz auf. Durch diese Operation trennt man die sämmtlichen vorhandenen Schwefelmetalle von dem Schwefelarsen und den organischen Stoffen, welche in der verdünnten Ammoniakflüssigkeit aufgelöst werden, indessen die übrigen Schwefelmetalle ungelöst zurückbleiben.

Man filtrirt nunmehr wieder die ganze Masse und süßt den Niederschlag mit ammoniakhaltigem Wasser aus.

Es versteht sich, daß bei einer solchen Untersuchung dem Niederschlag überhaupt sein Recht geschehen müsse, denn die Vergiftung kann ja auch durch Blei, Kupfer, Quecksilber geschehen sein, aber zuerst wollen wir die Ermittelung des Arseniks verfolgen. Zu diesem Behuf dampft man die ammoniakhaltige Lösung, ohne sie zu kochen, bis zur Trockenheit ab, wo dann das Schwefelarsen, gemengt mit organischen Substanzen als ein dunkelbrauner Rückstand übrig bleibt.

Das Nächste ist nun, daß man die organischen Stoffe sem Rückstande vorhanden sind, zerstört, wobei zugleich d verwandelt und in ein Oxyd des Arsens umgesetzt wird.

deshalb den Rückstand mit rauchender Salpetersäure und dampft diese bei gelinder Wärme ab. Der Rückstand wird nunmehr heller sein, man wiederholt aber die Benetzung mit Salpetersäure und das langsame Abdampfen einige Male, bis der Rückstand nicht mehr braun, sondern nur noch gelb ist, dann setzt man zu dem Rückstande, der noch feucht ist, ein wenig Natronlauge, wodurch die noch vorhandene freie Säure neutralisirt wird, ohne daß sich Kohlensäure entwickelt. Ist dieses geschehen, so mengt man kohlensaures Natron und salpetersaures Natron zu gleichen Theilen, reibt sie zu einem feinen Pulver und setzt davon etwas zu dem erweichten Rückstande, verreibt Alles gut mit einander und bringt es in einen kleinen Porzellantiegel. Das Schälchen, worin die Mischung vorgenommen wurde, reibt man mit demselben Natronpulver aus und bringt auch dieses in den Tiegel, der nunmehr schwach erwärmt wird, anfangs lediglich um den Inhalt zu trocknen, der dann aber eine steigende Temperatur erhält, wodurch dieser Rückstand erst braun, dann schwärzlich, dann aber immer heller und heller wird, und schließlich zu einer farblosen Flüssigkeit zusammenschmilzt, wodurch jede Spur von organischen Stoffen zerstört ist.

Ist nun das vermuthete Gift in dem untersuchten Niederschlage vorhanden gewesen, so findet es sich jetzt nach der gedachten Operation in Gestalt von arsensaurem Natron. Daneben ist auch salpetersaures, salpetrigsaures, schwefelsaures und kohlensaures Natron vorhanden. Aber es ist von größter Wichtigkeit, daß alle angewendeten Materialien von tadelloser Reinheit sind. Namentlich muß die Prüfung auf Chlor mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden, denn falls Chlor dabei vorhanden, so tritt sehr leicht der Fall ein, daß dieses sich mit dem Arsen zu Chlorarsen verbindet, welches flüchtig ist und daher bei der Verdampfung ein Theil des Arsens oder vielleicht Alles verloren gehen kann und man trotz seines Vorhandenseins doch nichts davon findet.

Die geschmolzene Masse wird mit Wasser behandelt und abermals filtrirt, die Lösung wird nunmehr mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und in einem Porzellanschälchen eingedampft, wodurch die Salpetersäure und die salpetrige Säure ausgetrieben werden. Daß dieses vollständig geschehen sei, sieht man daran, daß schwere Schwefelsäuredämpfe erscheinen.

Der auf solche Weise erhaltene Rückstand ist farblos, stark sauer und schwerflüssig, aus ihm muß das Arsen im metallischen Zustande dargestellt werden; da aber hierzu Wasserstoffgas erforderlich ist, welches aus Zink und Schwefelsäure bereitet wird, so ist auch hier wieder die Prüfung der Materialien auf vollkommene Reinheit unerläßlich, und da dieses beim Zink für sich schwer ist, so prüft man beide Substanzen in Verbindung mit einander.

nicht vollkommen rein und man muß sich nach besseren umsehen, ist aber nach solchem Versuche die Reinheit dargethan, so kann man zu der Reduktion selbst schreiten, aber allerdings wird man die Chlorcalciumröhre mit einer anderen vertauschen müssen, weil dieselbe durch den Gebrauch schon zu viel Wasserdampf aufgenommen haben wird, um noch genügend trocknend zu wirken.

Wie begreiflich wird die Gasentwickelungsflasche nicht mehr ausreichend wirksam sein, man muß wahrscheinlich Zink und Säure erneuern, dabei versteht sich immer von selbst, daß die eingetretene atmosphärische Luft wieder ausgetrieben wird, bevor man den Apparat zusammensetzt.

Es handelt sich nunmehr darum, die auf Seite 88 ff. beschriebene farblose saure Flüssigkeit auf ihren Arsenikgehalt zu prüfen. Wenn der ganze Apparat zusammengestellt ist, die Gasentwickelung im Gange und die Reduktionsröhre ld vor der ersten Verengerung glühend geworden ist, so gießt man durch den Trichter b einen Theil der zu prüfenden Flüssigkeit in die Flasche a.

Wenn nun in dieser Flüssigkeit Arsen vorhanden ist, in welcher Form es auch sei, so wird während der Wasserstoffgas-Entwickelung auch Arsen-Wasserstoffgas gebildet. In der Glühhitze an der Stelle, welche grade über der Flamme der Lampe steht, wird das Arsen-Wasserstoffgas zersetzt, das Arsenmetall wird frei, und es lagert sich vor der Verengerung ein Anflug, ein schwarzer metallischer Spiegel ab.

Dieses wäre eigentlich schon genug, um das Vorhandensein des Arseniks in der zu untersuchenden Flüssigkeit zu zeigen, allein man geht gewöhnlich noch weiter. Man verringert z. B. die Flamme der Spirituslampe so lange, bis die Röhre nicht mehr glüht, und nunmehr zündet man das bei h ausströmende Gas an, so wie man es zu Anfang gemacht hat, als man die Reinheit der beiden Materialien prüfen wollte. Ist Arsen vorhanden, so ist die Flamme bläulich weiß, und wenn man nunmehr eine reine Porzellantasse in diese Flamme hält, so bildet sich alsbald ein dunkelbrauner oder schwärzlicher spiegelnder Fleck. Man läßt solcher metallischen Spiegel mehrere und auch auf verschiedenen Porzellantassen entstehen, da man verschiedene Versuche damit zu machen hat.

Nach solcher Ueberzeugung pflegt man in der Reduktionsröhre noch mehrere Spiegel entstehen zu lassen, indem man die Lampe z. B. unter den Punkt b und dann auch noch unter m setzt, wobei natürlich der Ständer seine Stelle wechseln und dahin kommen muß, wo jetzt die Lampe steht.

Nachdem dieses so weit gediehen, bläst man die Glasflamme [illegible] aus und dreht dann auch den Schenkel k mit sammt der übrigen [illegible] innerhalb der Kautschukverbindung so um, daß h statt senkrecht [illegible]

Gummi elasticum verbunden und auch die Reduktionsröhre wird auf gleiche Weise an die Trockenröhre gesetzt.

Fig. 1183.



Die Reduktionsröhre besteht aus 3 Abtheilungen, welche dadurch entstanden sind, daß man eine mäßig dicke Röhre von einem halben Zoll Weite durch Erhitzen über der Lampe und durch Ausziehen der erhitzten Theile mit 2 Schnürungen versehen hat, welche die Figur deutlich zeigt. Das Ende der Röhre ldh ist mit einer rechtwinklich gebogenen dünneren Röhre h vereinigt.

Man setzt nunmehr die verschiedenen Röhrentheile so an einander, wie die Figur zeigt, bringt unter die Mitte der Glasröhre den Ring einer Berzeliuslampe als Stütze und unter das Ende derselben Röhre einen hölzernen Ständer i gleichfalls als Stütze, so daß alle Punkte in einer ruhigen Lage bleiben.

Sehr vorsichtige Chemiker, und in solchen Fällen kann man nicht vorsichtig genug sein — pflegen sich mit der ersten Probe auf die Reinheit der Materialien noch nicht zu begnügen, sondern dieselben nach der Zusammenstellung einer noch viel schärferen Probe zu unterwerfen. Sie lassen nämlich bei zusammengestellten Apparaten die Gasentwickelung eintreten, bringen dann die Lampe g so unter die Reduktionsröhre an einer weiten Stelle derselben grade vor der ersten Verengerung. Bald wird die Stelle in Rothglühhitze sein, und man erhält sie darin eine halbe Stunde lang, während welcher Zeit immerfort Gas hindurch strömt.

Wenn sich nun an derjenigen Stelle, wo die Verengerung beginnt, ein schwarzer Anflug, ein metallischer Spiegel zeigt, so sind die Materialien

nicht vollkommen rein und man muß sich nach besseren umsehen, ist aber nach solchem Versuche die Reinheit dargethan, so kann man zu der Reduktion selbst schreiten, aber allerdings wird man die Chlorcalciumröhre mit einer anderen vertauschen müssen, weil dieselbe durch den Gebrauch schon zu viel Wasserdampf aufgenommen haben wird, um noch genügend trocknend zu wirken.

Wie begreiflich wird die Gasentwickelungsflasche nicht mehr ausreichend wirksam sein, man muß wahrscheinlich Zink und Säure erneuern, dabei versteht sich immer von selbst, daß die eingetretene atmosphärische Luft wieder ausgetrieben wird, bevor man den Apparat zusammensetzt.

Es handelt sich nunmehr darum, die auf Seite 88 ff. beschriebene farblose saure Flüssigkeit auf ihren Arsenikgehalt zu prüfen. Wenn der ganze Apparat zusammengestellt ist, die Gasentwickelung im Gange und die Reduktionsröhre ld vor der ersten Verengerung glühend geworden ist, so gießt man durch den Trichter b einen Theil der zu prüfenden Flüssigkeit in die Flasche a.

Wenn nun in dieser Flüssigkeit Arsen vorhanden ist, in welcher Form es auch sei, so wird während der Wasserstoffgas-Entwickelung auch Arsen-Wasserstoffgas gebildet. In der Glühhitze an der Stelle, welche gerade über der Flamme der Lampe steht, wird das Arsen-Wasserstoffgas zersetzt, das Arsenmetall wird frei, und es lagert sich vor der Verengerung als Anflug, ein schwarzer metallischer Spiegel ab.

Dieses wäre eigentlich schon genug, um das Vorhandensein des Arseniks in der zu untersuchenden Flüssigkeit zu zeigen, allein man geht gewöhnlich noch weiter. Man verringert z. B. die Flamme der Spirituslampe so lange, bis die Röhre nicht mehr glüht, und nunmehr zündet man das bei h ausströmende Gas an, so wie man es zu Anfang gemacht hat, als man die Reinheit der beiden Materialien prüfen wollte. Ist Arsen vorhanden, so ist die Flamme bläulich weiß, und wenn man nunmehr eine reine Porzellantasse in diese Flamme hält, so bildet sich alsbald ein dunkelbrauner oder schwärzlicher spiegelnder Fleck. Man läßt solcher metallischen Spiegel mehrere und auch auf verschiedenen Porzellantassen entstehen, da man verschiedene Versuche damit zu machen hat.

Nach solcher Ueberzeugung pflegt man in der Reduktionsröhre noch mehrere Spiegel entstehen zu lassen, indem man die Lampe z. B. unter den Punkt b und dann auch noch unter m setzt, wobei natürlich der Ständer seine Stelle wechseln und dahin kommen muß, wo jetzt die Lampe steht.

Nachdem dieses so weit gediehen, bläst man die Glasflamme ab aus und dreht dann auch den Schenkel k mit sammt der übrigen Rö innerhalb der Kautschukverbindung so um, daß h statt senkrecht aufzu

eben so senkrecht herabhängt. Man führt dieses Ende der Röhre in ein Probirgläschen, worin sich eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd befindet. Man verringert nunmehr die Flamme der Spirituslampe und hebt dadurch die Zersetzung des Arsenwasserstoffgases auf, diese findet aber nunmehr in der Silberlösung statt, die Lösung färbt sich dunkel, indem Silber ausgeschieden wird, und die Flüssigkeit enthält neben dem nicht zersetzten Silbersalz das Arsen in der Form von arseniger Säure. Die Silberlösung muß verdünnt sein und durch ein paar Tropfen Salpetersäure angesäuert werden. Findet eine sehr reichliche Ausscheidung von Silber statt, d. h. ist Arsen in sehr reichlicher Menge vorhanden, so gießt man in das Probirgläschen nach und nach mehr von der concentrirten Silberlösung.

Otto sagt, daß, so einfach die angegebenen Versuche seien, doch bei deren Anstellung mancherlei Vorsichtsmaßregeln erforderlich würden, wenn man zu einem sicheren Resultate gelangen wollte, so z. B. darf die auf Arsen zu prüfende Flüssigkeit nicht auf einmal zu dem Wasserstoffgasentwickelungsapparat gesetzt werden, denn falls die Flüssigkeit Arsen enthält, so würde die Wasserstoffgasentwickelung sehr viel lebhafter als sie vorher war. Auf gleiche Weise wirkt die Säure, welche in der zu prüfenden Flüssigkeit enthalten ist; ist man nun hierin unvorsichtig gewesen, so entsteht eine stürmische Gasentwickelung und eine starke Erhitzung der Flasche, welche bis zum Zerspringen derselben führen kann, um diesem zuvorzukommen, muß, sobald man diesen Fehler bemerkt, die Flasche äußerlich abgekühlt oder es muß kaltes Wasser zu dem Inhalt gegossen werden.

Die Stärke der Gasentwickelung verursacht mitunter, daß ein größerer Antheil von Gas durch die Röhre geleitet, als darin zersetzt wird, das Nämliche geschieht in dem Falle, daß die Reduktionsröhre durch die Spiritusflamme nicht stark genug in Gluth kommt. Ob der Gang der Operation vollkommen richtig ist, sieht man daran, daß die Flamme am Ende der Röhre h mit der dem Wasserstoffgas eigenen bläulichen, ganz schwachen Flamme brennt. Sobald die Flamme weiß und lebhafter leuchtend wird, so geht Arsen mit fort, und man muß entweder den Wasserstoffgasstrom verringern, oder die Flamme der Weingeistlampe verstärken, oder man benutzt noch während des Reduktionsversuches die entweichende Wasserstoffgasflamme zur Erzeugung der metallischen Flecke auf dem Porzellan. Aber auch hier ist wieder Vorsicht nöthig, wenn nämlich die Menge des Arsens in dem Wasserstoffgasstrom nur eine sehr geringe ist, so erzeugen sich die Flecken nicht so leicht; es darf alsbann die Oeffnung der Ausströmungsröhre nicht zu klein, und es muß der Gasstrom nicht heftig, son-

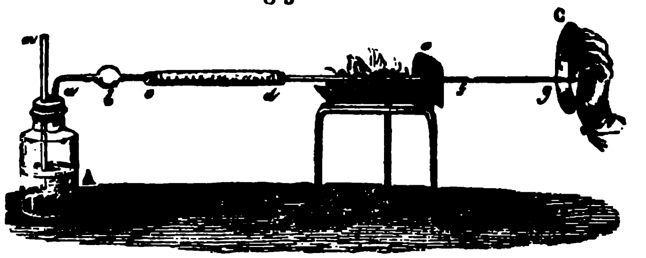
dern nur so schwach sein, daß die Flamme nicht spitz wird, auch muß die Tasse recht in die Mitte der Flamme gehalten werden.

Die Porzellanschalen müssen, wie man zu sagen pflegt, ächte sein, man darf an ihrer Stelle nicht Fayence nehmen, weil dieses eine Bleiglasur hat, auch müssen dieselben ganz rein, blank und trocken, ferner von der gewöhnlichen Temperatur des Zimmers sein, wenn sie nämlich zu kalt sind, so verdichtet sich das verbrennende (durch den Sauerstoff der Luft oxydirte) Wasserstoffgas als Wasser auf dem Schälchen und das mitkommende Arsen schwimmt als braune Haut auf dem Wassertropfen.

Eben so wenig als zu kalt, darf die Porzellanschale zu warm sein oder werden. Läßt man die Glasflamme zu lange auf einen und denselben Fleck treffen, so wird dieser bald so heiß, daß sich kein Arsen mehr darauf niederschlägt, ja das schon niederschlagene verflüchtigt sich wieder, der entstandene braune oder schwärzliche Fleck verschwindet vollständig.

Wenn man in einem kleinen Orte ist, wo sich kein Glasbläser befindet, so kann man allenfalls auch die Prüfung mit einem Apparat anstellen, der wenigstens in Hinsicht auf die Reduktionsröhre einfacher ist.

Fig. 1184.



Wir sehen ihn in Figur 1184 abgebildet. A ist die Gasentwickelungsflasche, nm die Röhre, durch welche man die Flüssigkeiten einfüllt, abc die Gasentwickelungsröhre mit einer darin enthaltenen Kugel, wie man dieselben in jeder, auch in der kleinsten Apotheke erhalten kann. cd ist diejenige etwas weitere Röhre, durch deren Inhalt (salzsaurer Kalk) das Gas getrocknet werden soll. dfg ist eine beträchtlich engere Röhre von derselben Art, wie wir sie in mn oder in abc gesehen haben, die weitere Röhre cd ist durch Korkstöpfel mit den beiden anderen Röhren verbunden und es ist nunmehr der ganze Apparat bis zur Anstellung des Experiments fertig.

Sobald dieses angestellt werden soll, setzt man unter die erste Röhre ein kleines Kohlenbecken mit glühenden Kohlen, bringt aber bei f Blechschirm an, welcher verhindert, daß die strahlende Hitze auf die

zellantasse wirke, durch welche man das Vorhandensein des Arseniks feststellen will. Vermöge der Erhitzung, welche bei den vorigen Experimenten mittelst einer Spirituslampe hervorgebracht wurde, will man einen Arsenspiegel an der Stelle f erzeugen und mittelst des Anzündens der Flamme am Ende der Röhre g beabsichtigt man ein Gleiches auf der Porzellantasse C. In dem Gasentwickelungsapparat befindet sich Zink und verdünnte Schwefelsäure und zu gleicher Zeit die des Giftes verdächtige Flüssigkeit. Man sieht, daß bei diesem Verfahren genau dasselbe geschieht, wie bei den vorigen Veranstaltungen zur Ermittelung des Giftes, mit dem einzigen Unterschiede, daß hier der Apparat einfacher und zwar auf solche Weise zusammengesetzt ist, daß man sich denselben überall auf ganz billige Weise herstellen kann. Man darf hierauf nicht einen gar zu geringen Werth legen, sich die Mittel zu Untersuchungen mit Leichtigkeit, mit Bequemlichkeit verschaffen zu können, hat immer viel für sich.

Das scheinbar einfache und doch complicirte Verfahren wurde von mehreren Chemikern nach einander erfunden und in der jetzigen Weise festgestellt. Die Flecken durch die Wasserstoffgasflamme hat der Chemiker Marsh als wesentliches Kennzeichen des in der Auflösung enthaltenen Arsens angegeben, Berzelius machte darauf aufmerksam, daß es nothwendig sei, das Gift in größerer Menge und in Substanz darzustellen, und er fügte zu dem eben gedachten Verfahren den Silberniederschlag, von Otto ist die Abscheidung des Arsens durch Erhitzung des Arsenwasserstoffgases ausgeführt worden, und so hat man nach und nach die verschiedenen Methoden vereinigt und wendet sie sämmtlich neben einander an, zur Entdeckung, zur Feststellung der Quantität und endlich zur Kontrolle der einen durch die andere Art.

So vortrefflich die gedachten Methoden sind, so fein und so sicher ihre Angabe, so genügen sie doch nur, wenn die Vergiftung durch Arsensäure oder arsenige Säure stattgefunden hat. Wurde das Gift in der Form von Schwefelarsen angewendet, so kann es auf die hier angegebene Art nicht ermittelt werden, ja selbst beim Vorhandensein sehr bedeutender Mengen des Giftes zeigt sich doch keine Spur davon und es bleibt nichts übrig, als einen völlig anderen, neuen Weg einzuschlagen; aber selbst bei der Vergiftung durch eine Säure des Arsens ist die Erscheinung desselben im Wasserstoffgase an ganz bestimmte Bedingungen geknüpft. So z. B. wird es sich niemals zeigen, wenn freies Chlor, freie Salpetersäure oder überhaupt stark oxydirende Körper, wie z. B. die Quecksilbersalze und ähnliche in der Flüssigkeit vorhanden waren, aus welcher sich das Arsenwasserstoffgas erzeugen soll. Die gedachten Körper verhindern nämlich die Bildung des Arsenwasserstoffgases, so daß trotz des Vorhandenseins von Arsenik doch

keine Spur sich zeigt weder auf der Tasse durch die Wasserstoffgasflamme noch innerhalb der Reduktionsröhre als Arsenspiegel.

Salzsäure darf man an Stelle der Schwefelsäure zur Erzeugung des Wasserstoffgas allerdings anwenden, denn sie verhindert die Entwickelung von Arsenwasserstoffgas nicht, da sie jedoch sich leicht verflüchtigt, so kann sie mit dem Zink verbunden in den Wasserstoffgasstrom übergehen und ähnliche Flecken verursachen, wie das Arsenwasserstoffgas; es ist daher immer besser, sich dieser Säure nicht, sondern nur der Schwefelsäure zu bedienen.

Trotz der anscheinenden Sicherheit des ganzen Verfahrens, leidet dasselbe doch an einem ganz eigenthümlichen Fehler. Es existirt nämlich auch ein Antimonwasserstoffgas, welches unter ganz gleichen Umständen auftritt, wie das Arsenwasserstoffgas, und welches auch ganz dieselben Erscheinungen hervorbringt, wie dieses letztere, so daß man einen Antimonspiegel innerhalb der Reduktionsröhre erhält, der dem Arsenspiegel täuschend ähnlich sieht und daß man ferner auch bei dem Verbrennen des Gases an der Porzellantasse gerade solche Flecken erhält, wie diejenigen sind, die durch das Arsenwasserstoffgas erzeugt werden. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man zu der Säure und dem Zink, aus welchem Wasserstoffgas erzeugt werden soll, eine geringe Menge Antimonoxyd oder Antimonchlorid oder Brechweinstein setzt. Es entweicht unter diesen Umständen neben dem gewöhnlichen Wasserstoffgase auch Antimonwasserstoffgas. Zündet man nunmehr das aus der Röhre entweichende Gas an, so zeigt sich die Flamme weiß. An dem in die Flamme gehaltenen Porzellan bildet sich ein Metallspiegel, ja sogar das Durchführen dieses Gases durch eine Auflösung von Salpetersäure im Silberoxyd giebt noch keinen Unterschied, denn gerade wie durch Arsenwasserstoffgas, so entsteht auch hier durch Antimonwasserstoffgas ein schwarzer Niederschlag, und so erschien denn das ganze Verfahren um so mehr trügerisch, als gerade bei gemuthmaßten Arsenikvergiftungen Brechweinstein gegeben wird, um durch den heftigen Reiz das Gift aus dem Körper zu schaffen, man mithin das Rettungsmittel für das Gift anzusehen verführt wurde. Es war daher nothwendig, das hier beschriebene Verfahren so weit genau zu untersuchen, als sich Verschiedenheiten ergeben konnten, oder es so weit abzuändern, daß eine Verwechselung nicht möglich war, und wirklich ist es gelungen, so unterscheidende Kennzeichen aufzufinden, daß endlich eine Verwechselung des Arsens mit dem Antimon nicht wohl denkbar ist.

Wenn wir zuerst von dem Metallspiegel sprechen, der sich in der Reduktionsröhre bildet, so sehen wir schon hier einen auffallenden Unterschied eintreten. Der Arsenspiegel ist schwarzbraun oder braunschwarz

wird die Röhre, in welcher er sich befindet, gegen ein Stück weißen Papiers gehalten, so zeigt er sich vollkommen durchscheinend im lebhaften Braun, vorausgesetzt, daß er nicht etwa eine zu dicke Lage bilde, was man indessen ganz in seiner Gewalt hat. Der Antimonspiegel ist beinahe schwarz, und wenn er auch dünn genug ist, um durchscheinend zu sein, so zeigt er sich, gegen weißes Papier gehalten, doch niemals als ein brauner, zusammenhängender Ueberzug, sondern vielmehr wie ein brauner Staub. Besonders kenntlich wird aber das Antimon dadurch, daß der Metallspiegel da, wo er der Flamme am nächsten ist, silberweiß ist und theilweise zu Kügelchen zusammenschmilzt.

Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die geringe Temperatur, welche zur Zersetzung des Antimonwasserstoffes ausreicht. Die Folge von dieser Erscheinung ist, daß ein Antimonspiegel sich nicht allein hinter dem erhitzten Punkte zeigt, sondern auch vor demselben, also noch bevor das Antimonwasserstoffgas durch die stark erhitzte Röhre getrieben wird. Mit dem Arsenwasserstoffgase geschieht dieses niemals, man erhält dadurch nicht zwei, sondern immer nur einen Spiegel.

Der metallische Spiegel, welcher von Arsen herrührt, läßt sich durch gelindes Erhitzen verjagen. Geschieht dieses in dem Wasserstoffgasstrom selbst, so wird eine beträchtliche Menge des Arsens mit fortgerissen. Dieses zeigt sich beim Ausgange aus der Röhre sofort durch den Geruch. Wird das Gas angezündet, so färbt sich die Flamme bläulich-weiß, und auf dem vorgehaltenen Porzellan entstehen die bekannten schwarzen Flecke.

Umgekehrt verhält sich der Antimonspiegel, so wie schon bei einer geringeren Temperatur die Reduktion stattfand, so findet dagegen die Verflüchtigung des Metalles erst bei einer beträchtlich höheren Temperatur statt. Man muß die Röhre, in welcher sich der Antimonspiegel abgelagert hat, viel stärker erhitzen und der Wasserstoffgasstrom, welcher durch die Röhre geleitet das verflüchtete Antimonmetall mitnimmt, ist dort völlig geruchlos. Zündet man diesen Gasstrom an, so werden sich auf einer vorgehaltenen Porzellantasse nur dann Flecken zeigen, wenn der Gasstrom stark genug ist, um das Antimon mitzunehmen, welches sich ohne diese Bedingung in der Röhre wieder niederschlägt. Es ändert auch der Antimonspiegel bei starker Erhitzung sein Aussehen, er schmilzt nämlich vor der Verflüchtigung zu kleinen glänzenden Perlen, welche man vermittelst einer Loupe ganz deutlich erkennen kann. Erst dann geht die Verflüchtigung vor sich. Das Arsenmetall zeigt diese Erscheinung nicht.

Wenn man die Röhre, in welcher sich der Metallspiegel befindet, dicht an dieser Stelle abschneidet und dann erhitzt, so zeigt sich augenblicklich der charakteristische Knoblauchsgeruch, falls Arsen den Spiegel bildet, es

zeigt sich gar kein Geruch bei dem Antimonspiegel. Läßt man den Wasserstoffgasstrom, nachdem er angezündet worden, auf eine Porzellantasse wirken, so entstehen bei Anwesenheit von Arsen oder Antimon die bekannten Flecke, welche man im gewöhnlichen Leben schwarz nennt, aber sie sind nicht schwarz, wenn Arsen sie verursacht, sondern nur braun in verschiedenen Schattirungen, hell, wo der Anflug sehr dünn ist, dunkler, wo er sich stärker zeigt, schwarzbraun, wo die Masse dicker aufliegt, unter allen Umständen glänzend, wie polirt.

Anders zeigen sich die Antimonflecke: erstens sind sie überhaupt nicht braun, sondern schwarz, dann ferner sind sie nicht glänzend, sondern sammtschwarz und in der Mitte zeigt sich gewöhnlich ein weißer Anflug. Sind die Flecke sehr dünn, so scheinen sie zwar zu glänzen, aber es ist nicht der Glanz des Metalles, sondern es ist die Glasur der Porzellanschaale, doch selbst an dieser nur mit Antimon überflogenen Stelle ist die Farbe nicht braun, wie beim Arsen, sondern eisenschwarz.

Gegen Prüfungsmittel verhalten sich, wie begreiflich, die beiden Metalle gleichfalls verschieden. Wenn man sich eine Chlornatronlösung zubereitet dadurch, daß man eine Lösung von kohlensaurem Natron zu concentrirtem Chlorwasser setzt, so erhält man ein vortreffliches Prüfungsmittel. Ein Tropfen dieser Lösung, welche jedoch kein freies Chlor enthalten darf, wird mittelst eines Glasröhrchens auf eine Porzellantasse neben den Metallfleck gesetzt und dann die Tasse so geneigt, daß der Tropfen über das Metall fließt. Ist nunmehr dieser Fleck metallisches Arsen, so wird derselbe sofort von dem Chlornatron aufgelöst. Dankt er jedoch seinen Ursprung dem Antimon, so wird derselbe durchaus nicht verändert und dieses ist ein vortreffliches Unterscheidungsmittel und es dankt seine Entdeckung dem Apotheker Bischof.

Auch der Phosphor giebt ein sehr sicheres Prüfungsmittel. Wenn man ein Stück davon aus dem Wasser nimmt, worin es aufbewahrt worden und es, ohne es abzutrocknen, auf ein Porzellanschälchen legt und darüber diejenige Schaale deckt, auf welcher sich die zu untersuchenden Flecke befinden, so verschwinden sie sehr bald, wenn sie von Arsen herrühren, indem das erzeugte, von dem Phosphor ausgehende Ozoon das Arsenmetall sehr rasch oxydirt. Die Oxydation findet zwar auch statt, wenn die Flecke von Antimon herrührten, aber so langsam, daß man die Geduld dabei verliert.

Rühren die Flecke von Arsen her, so werden sie durch Benetzung mit Wasser sehr bald in eine Säure verwandelt. Bringt man daher benetztes Lackmuspapier darauf, so zeigt dieses sofort eine Röthung, d. h. die W

lung einer Säure. Rühren die Flecke von Antimon her, so findet eine solche Verwandlung der blauen Farbe in eine rothe durchaus nicht statt.

So wie der Phosphor, wirkt auch das Jod durch seine Dämpfe sehr entschieden auf das Arsen. Man macht den Versuch grade, wie vorhin beim Phosphor beschrieben. Man legt ein wenig Jod auf ein Porzellanschälchen und deckt dasselbe mit der Tasse zu, auf der die Metallflecke sich befinden. Rühren dieselben von Arsen her, so werden sie durch die Joddämpfe blaßgelbbraun, nach der Entfernung aus dem Gebiete der Dämpfe an der Luft in wenig Minuten gelbbraun. Nach längerer Zeit aber oder auch durch gelinde Erwärmung verschwindet diese Färbung wieder. Rühren die metallischen Flecke von Antimon her, so erhalten sie eine dunkelbraune Farbe, ähnlich der des Mahagoniholzes. An der Luft geht diese Farbe in lebhaftes Orange über und sie verliert sich nicht, sondern sie bleibt an dem Schälchen haften.

Auch das Brom kann als Prüfungsmittel benutzt werden. Bringt man einen Tropfen davon auf ein Porzellanschälchen und verfährt ferner, wie oben beschrieben, so zeigt der Arsenfleck in kurzer Zeit eine schöne citronengelbe Farbe. Der Antimonfleck wird noch schneller umgewandelt, aber die Farbe ist ein lebhaftes Orangeroth.

Jodsaures Kali in concentrirter Auflösung macht die Arsenflecke zimmtbraun und löst sie sodann auf. Wendet man dasselbe Mittel auf Antimonflecke an, so findet man, daß sie auch nach drei Stunden noch nicht angegriffen werden.

So wie man in dem Vorhergehenden die Mittel hat, den Metallspiegel auf der Tasse zu untersuchen, so kann man auch denjenigen, welcher sich in der Reduktionsröhre bildet, prüfen, nur ist diese Prüfung etwas schwieriger, denn sie erfordert einen Apparat ähnlich demjenigen, welcher zur Erzeugung des Arsenwasserstoffgases angewendet wird und man darf nicht den nämlichen nehmen, weil es fast unmöglich ist, ihn sofort dergestalt zu reinigen, daß keine Spuren der darin befindlich gewesenen Flüssigkeiten zurückbleiben.

Aus Schwefeleisen und Schwefelsäure erzeugt man Schwefelwasserstoffgas, läßt dasselbe durch eine Röhre mit Salzsäure und Kalk gehen, um es zu trocknen, und läßt das so getrocknete Gas durch die Reduktionsröhre streichen. Der Strom dieses Gases muß so schwach sein, daß er beim Austritt aus dieser Röhre angezündet nur noch eben brennt. Man hat dieses in seiner Gewalt, indem man die Säure so schwach und des Schwefeleisens so wenig nimmt, daß der Strom grade die erforderliche Stärke erhält.

Hat man alles so eingerichtet, so beginnt man nunmehr die spiegelnde

Stelle in der [illegible] zu [illegible] nur nicht von der Quelle des Stromes nach [illegible] dem Strome ent- gegegen, so daß [illegible] welche der Bil- dung der [illegible] was ganz einfach dadurch [illegible] hält. Es bildet sich nunmehr [illegible], was sich so- fort durch [illegible] gelb, der Schwefelantimon [illegible].

Auch durch [illegible] nach die Dämpfe derselben kann man [illegible].

Fig. [illegible]



In einem Ballon A (Fig. [illegible]) [illegible] man eine genügende Quantität [illegible] entwickelnden [illegible] A ab [illegible]. In der [illegible] Salzsäuregas auffangen können, [illegible] jedoch durch die [illegible] Bei dem vorigen [illegible] völlig [illegible], indem sich aus [illegible] Salzsäuregas Chlorantimon [illegible]. Wenn man das [illegible] entweichende Gas in etwas Wasser leitet, so läßt [illegible] Antimon nachweisen.

[illegible] noch die Silberprobe betrachten, da wir bereits [illegible] Höllenstein, d. h. von Salpetersäure und [illegible] durch [illegible]wasserstoffgas als auch durch Antimon[illegible] [illegible] mit sehr dunkler Färbung niedergeschlagen wird.

[illegible] in der Lösung befindliche Silberoxyd verwendet seinen [illegible] [illegible] entläßt, um sich in metallisches Silber zu verwandeln [illegible] sowohl des Wasserstoffes, als des Metalles, welches [illegible]

geführt wurde, sobald dieses Metall Arsen ist. Die Auflösung von salpetersaurem Silber enthält also, wenn Arsenwasserstoffgas hindurch geleitet worden ist, nach dem Experiment sowohl arsenige Säure, als auch eine kleine Quantität neugebildeten Wassers, ferner die freie Salpetersäure, welche das reducirte Silberoxyd entlassen hat, und dann den Ueberschuß des Silbersalzes, welches etwa nicht zersetzt worden ist, da nicht genug Arsenwasserstoffgas zur vollständigen Reduktion alles Silbers hinzugeführt worden ist.

Filtrirt man diese Flüssigkeit, so behält man auf dem Filtrum das metallische Silber, in der Flüssigkeit aber kann man die arsenige Säure nachweisen, wenn man sehr vorsichtig und langsam Ammoniakflüssigkeit zusetzt. Es entsteht, falls nicht alles Silberoxyd reducirt worden ist, sofort ein gelber Niederschlag, das arsenigsaure Silberoxyd. Ist jedoch wider Vermuthen alles Silber reducirt, erfolgt also kein Niederschlag, so kann man diesen alsbald hervorbringen, wenn man etwas von der Lösung des Silbersalzes zusetzt. Der Niederschlag ist gelb, und er ist ein charakteristisches Kennzeichen der vorhandenen arsenigen Säure.

Gab die auf ihre Giftigkeit untersuchte Substanz kein Arsenwasserstoffgas her, sondern Antimonwasserstoffgas, so findet bei der Durchleitung desselben durch die Auflösung des Silbersalzes nur eine Oxydation des Wasserstoffes, nicht auch des Antimonmetalles statt, dieses, von dem Wasserstoff befreit, wird nebst dem Silbermetalle niedergeschlagen. Es befindet sich also entweder frei neben dem reducirten Silber oder es geht mit demselben eine Verbindung zu Antimonsilber ein. Daher kann die Flüssigkeit keine Spur von Antimon enthalten und auf den Zusatz von Ammoniakflüssigkeit kann natürlich auch kein gelber Niederschlag entstehen.

Die verschiedenen Flecken, welche man auf Porzellantassen erzeugt hat, fordern, gleich allen andern, Prüfungen mit Flüssigkeiten, denn die oben angegebenen wurden nur mit Dämpfen oder Gasen angestellt und sollen keine so vollkommene Sicherheit gewähren als man zu verlangen berechtigt ist. Allein die Untersuchung fordert eine sehr geübte und an das feinste Experimentiren gewöhnte Hand, denn es handelt sich immer um Tropfen und Theile eines Tropfens.

Ein möglichst starker Flecken auf der Porzellanschale wird mit einem Tropfen concentrirter Salpetersäure, die man durch ein Glasstäbchen aus dem Gefäße hebt, bedeckt. Nach wenigen Minuten hat eine Lösung stattgefunden, zu welcher man mit gleicher Vorsicht und durch einen anderen Glasstab ein kleines Tröpfchen von aufgelöstem salpetersauren Silberoxydammoniak setzt. Es wird dadurch ein gelber Fleck entstehen, welcher das Vorhandensein von Arsen mit Sicherheit beweist.

Einen anderen Flecken, von demselben Versuch herrührend, benetzt man mit einer Auflösung von Chlornatron. Es zeigt sich sofort, ob der Flecken von Arsen herrührt; indem derselbe alsdann aufgelöst wird. War der Flecken aber aus reducirtem Antimon entstanden, so bleibt er vollständig ungelöst. Diese Prüfung ist sehr sicher, weil man schon die geringsten Spuren eines Fleckens damit untersuchen kann, indessen die anderen Prüfungsmittel nicht so empfindlich sind und einen stärkeren Metallspiegel fordern, um ein sicheres Resultat zu geben.

Bei allen gerichtlichen Untersuchungen ist es üblich, ja muß sogar mit Recht gefordert werden, daß man das sogenannte corpus delicti bei den Akten habe, deshalb macht man die metallischen Spiegel sowohl in Reduktionsröhren als auch auf Porzellanschälchen immer in mehreren Exemplaren. Ein Exemplar von jeder Art wird zu den Akten gegeben, die anderen behält sich der Chemiker zu weiterer Prüfung vor.

Nicht allein in dem Magen in den nächsten Wegen, sondern auch im Blute und in anderen Flüssigkeiten des thierischen Körpers kann man Arsen entdecken, falls die Vergiftung vor sich gegangen und der Magen von der kleinen Gaben nicht belästigt worden ist. Wir haben schon oben gesagt, daß es Menschen giebt, welche theils aus Gesundheitsrücksichten, theils um wohl auszusehen, Arsenik genießen, und daß namentlich dieses gefährliche Mittel bei Pferden angewendet wird, um denselben ein schönes, glattes Aussehen zu geben.

Mit einem so behandelten Thiere hat man Versuche gemacht, dem Pferde wurden vier Tage lang Arsenikpillen von einem halben Quentchen gegeben und 30 Stunden nach der letzten Gabe wurde es getödtet.

Es hatten sich bei demselben keine Symptome von Vergiftung gezeigt und in dem Magen des Thieres wurde keine Spur des genossenen Giftes aufgefunden, wohl aber im Blute, im Harn und in der Leber. Es ist daher von Wichtigkeit, daß bei einem muthmaßlich durch Vergiftung erfolgten Tode nicht blos der Inhalt der ersten Wege untersucht werde, aus denen der Arsenik durch Ausbrechen entfernt, oder aus denen er in den Körper übergegangen sein kann. Bei dem Harn ist diese Untersuchung ganz leicht, derselbe wird zu der Flüssigkeit gethan, mittelst welcher man Wasserstoffgas entwickelt. Schwieriger ist die Untersuchung mit dem Blute und den übrigen Theilen, man muß dabei immer darauf sehen, daß zuerst die organischen Stoffe zerstört werden, welches so geschieht, wie [illegible] angeführt haben.

Die hier mitgetheilten Untersuchungen sind alle ohne [illegible] Seiten des Chemikers anzustellen; nicht so ist es, wenn [illegible] Untersuchung ausgegrabener Leichen handelt. War in [illegible]

wirklichen Vergiftung Arsenik in bedeutender Menge angewendet worden, so pflegt die Leiche nicht in Fäulniß überzugehen, sie wird lederartig, sie wird mumificirt, ja die neueste Methode des sogenannten Einbalsamirens ist eben die durch Arsenik, welchen man in einer höchst concentrirten Auflösung in die ihres Inhaltes entleerten Blutgefäße spritzt. Wenn aber die Vergiftung durch wenig Arsenik gemacht, oder wenn Vergiftung nur gemuthmaßt und die Leiche untersucht wird, um die Muthmaßung zu widerlegen oder zu bestätigen, so hat der Chemiker eine schwierige, eine wahrhaft Abschen erregende Aufgabe, denn der in Verwesung übergegangene menschliche Körper verbreitet einen so entsetzlichen Geruch, haucht ein so schädliches als übelriechendes Gas aus, und ist an sich selbst so giftig, daß diese Untersuchungen nicht nur zu den abschreckend übeln, sondern auch zu den höchst gefährlichen gehören, welche das Leben des Untersuchenden immer auf das Spiel setzen. Eine Verwundung mit einem Messer, durch welches man die weichen Theile einer in Fäulniß übergegangenen Leiche von den Knochen getrennt hat, zieht fast immer den Tod nach sich. Nicht das möglicher Weise vorhandene Arsen, sondern das Verwesungsgift ist es, welches tödtet, die Fäulniß wird von der Leiche auf den lebenden Körper übertragen und bei lebendigem Leibe geht ein so verwundeter Mensch in Verwesung über.

Dennoch muß der Chemiker sich zu diesem widerwärtigen und gefährlichen Geschäfte hergeben und er darf nicht einmal den übeln Geruch durch eine Auflösung von Chlorwasser oder von Chlorkalk zerstören, weil dadurch Arsen ausgezogen werden und verloren gehen könnte, und wollte man Chlorgas zur Desinficirung anwenden, so müßte man jedenfalls auf das Sorgfältigste gereinigte Schwefelsäure zur Entwickelung des Chlorgases anwenden, weil die gewöhnliche Schwefelsäure, wie sie käuflich in den Handlungen zu haben ist, beinahe niemals frei von Arsen gefunden wird.

Das beste Verfahren ist das durch v. Sibold und Wöhler angegebene, nach welchem man die sämmtlichen organischen Theile durch Salpetersäure und salpetersaures Kali auflöst und dann durch Verbrennung zerstört.

Die weichen Theile werden von den Knochen getrennt, in eine große Schaale von ächtem Porzellan gebracht, mit reiner, starker Salpetersäure übergossen und durch Erwärmung im Sandbade unter fortwährendem Umrühren in einen gleichförmigen Brei verwandelt.

Die saure Masse sättigt man nun durch eine concentrirte Lösung von Aetzkali oder kohlensaurem Kali, von dessen Reinheit man sich jedoch vorher überzeugt haben muß, sowie überhaupt von der Reinheit sämmtlicher Prüfungsmittel nie abgesehen werden darf, weil nur hierin eine Gewähr für die Genauigkeit der Untersuchung gefunden werden kann.

Nach dieser Neutralisation der angewandten Säuren wird dem so verdünnten Brei noch so viel Salpeter zugesetzt, als die Weichtheile, die man zerstören will, gewogen haben. Es ist übrigens schwer, das Verhältniß genau anzugeben, man thut daher am besten, im Kleinen vorher eine Probe zu machen.

Die ganze auf diese Weise behandelte Masse wird nun in dem Sandbade unter stärkerer Hitze und unter fortwährendem Umrühren so stark als möglich abgedampft, am besten, wenn es bis zur Trockenheit geschehen kann.

Man bringt nunmehr einen hessischen Schmelztiegel, welcher rein und noch nicht gebraucht ist, in einen gut ziehenden Ofen zum mäßigen Rothglühen und trägt den trockenen Rückstand aus der Abdampfeschaale in sehr kleinen Portionen in den glühenden Tiegel. Hier entsteht eine schwache Verpuffung, der vorhandene Salpeter verbrennt die gesammte organische Materie und die Masse muß vollkommen weiß sein; bleibt sie noch schwarz, kohlenartig, so muß mehr Salpeter zugesetzt werden. Man könnte nun gleich Salpeter in größerer Menge zusetzen, allein dann wird die spätere Behandlung der verbrannten Substanz sehr schwierig, läßt man es jedoch bei dem zu wenigen Salpeter bewenden, so bleibt die organische Materie unverbrannt und es kann sich aus dieser kohlenhaltigen Masse leicht etwas Arsen verflüchtigen und wegen dieses Umstandes ist eine Probe mit kleinen Quantitäten von Wichtigkeit.

War in der untersuchten Leiche Arsenik vorhanden, so wird derselbe sich nunmehr in der weißen, verbrannten Masse als arsensaures Kali finden.

Man verfährt mit der aus dem Schmelztiegel gewonnenen Masse weiter in der Untersuchung. Sie besteht aus Kali in drei verschiedenen, und wenn Gift vorhanden war, in vier verschiedenen Säuerungszuständen, nämlich aus kohlensaurem Kali, salpetersaurem und salpetrigsaurem Kali und im Vergiftungsfalle auch noch aus arsensaurem Kali.

Man löst dieses Salzgemisch in siedendem Wasser, davon man jedoch so wenig anwendet, als irgend möglich, und sättigt die Lösung in einer Porzellanschaale durch concentrirte reine Schwefelsäure so vollständig, daß noch ein kleiner Ueberschuß davon vorhanden ist. Der so entstandene Salzbrei wird so lange vorsichtig erhitzt, bis alle salpetrigen und Salpetersäuredämpfe vollständig ausgetrieben sind.

Wenn die Masse erkaltet ist, so wird man eine große Menge schwefelsaures Kali darin finden, das man nach vorherigem Zu[...]
kaltem Wasser durch das Filtrum von der Flüssigkeit tren[...]
mit kaltem Wasser abspült, welches man in der übrigen[...]

In dieser Flüssigkeit befindet sich nun das Gift, w[...]

handen war; man kocht sie mit schwefliger Säure und nach dem Erkalten läßt man Tage lang Schwefelwasserstoffgas hindurchstreichen, wobei man von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit ein wenig erwärmt. Es bildet sich hierdurch Schwefelarsen, welcher sich nach und nach niederschlägt, und dieser Niederschlag ist es, der nun weiter untersucht wird, wie wir bereits oben angegeben haben.

Nach dieser vielleicht etwas zu weitläufigen, doch deshalb so genauen Darstellung, damit auch der Ungeübte den Gang der Operation mit Sicherheit verfolgen könne, wollen wir noch eine Vergiftungsgeschichte anführen, welche ihrer Zeit viel Aufsehen gemacht hat und auch viele Darsteller gefunden hat. Es ist die Dombrowski'sche, und wir geben dieselbe nach der durchaus wissenschaftlichen Darstellung, welche Otto in seinem berühmten Werke davon macht.

Die Frau des Dombrowski war nach kurzem Kranksein unter Symptomen gestorben, welche eine Arsenikvergiftung muthmaßen ließen. Der Mann wurde eingezogen und eine gerichtliche Untersuchung ergab bis zur moralischen Gewißheit, daß Drombowski seiner Frau am Montage Fliegenstein auf Leberwurst zu essen gegeben habe. Die Frau hatte dieses ausgebrochen, war heftig erkrankt, von dem Arzte als am Magen leidend behandelt und am Freitag für wiederhergestellt erklärt worden. Am Sonnabend starb die Frau und in dem Magen wurde eine beträchtliche Menge Fliegenstein gefunden; auch in den Taschen von Dombrowski's Schlafrock fanden sich Spuren dieses gepulverten Giftes. Unmöglich konnte aber das in dem Magen gefundene Gift von der am Montag genossenen Portion herrühren und seit dieser Zeit im Körper geblieben sein. Die Frau mußte also noch eine zweite Portion Gift erhalten haben. In der Nacht vom Freitage auf den Sonnabend hatte sie auf Vorschrift des Arztes ein Getränk von Sagoschleim und Rothwein genossen, der Mann hatte den Trank bereitet, ihn von der Krankenwärterin versuchen lassen, und hatte ihn dann im Nebenzimmer in ein Trinkglas gegossen.

Die Krankenwärterin sagte aus, daß die Frau hiervon getrunken, das übrige aber zurückgewiesen habe, weil es ihr Brennen verursache, und daß also der Inhalt des Glases nicht ausgetrunken worden sei.

Am nächsten Morgen habe der Mann dieses bemerkt, der Frau den Trank sehr empfohlen, und um ihn zu erwärmen, habe er das Glas auf den geheizten Ofen gestellt. Da sei es natürlich bald gesprungen, der Inhalt sei über den Ofen geflossen und dieser sei von Dombrowski mit Papier abgewischt worden.

Der Vertheidiger des Dombrowski erklärte diesem, daß es von größter Wichtigkeit sei, zu beweisen, daß der von ihm bereitete Trank kein Arsen

enthalten habe, und er hatte ihn gefragt, ob er haben wolle, daß er, der Vertheidiger, den Antrag stelle, den Ofen da, wo das Glas gesprungen, zu untersuchen. Er solle sich übrigens wohl bedenken, denn werde Arsen gefunden, so müsse dieses ihm den Kopf kosten, werde jedoch kein Arsen gefunden, so müsse das außerordentlich zu seinen Gunsten sprechen.

Dombrowski gab seine Zustimmung zu der Untersuchung und so beantragte der Vertheidiger etwas, das seinem Klienten wirklich das Leben kostete.

Die Zustimmung des Schuldigen und seiner Schuld so Bewußten läßt sich nur so erklären, daß er geglaubt habe, der Ofen sei genügend von ihm abgewischt worden und es werde sich überhaupt auf dem den Winter hindurch geheizten Ofen kein Gift mehr finden lassen.

Der Präsident des Gerichtshofes richtete nunmehr an die der Chemie Kundigen die Frage, ob sich nach einem Vierteljahre unter den vorgedachten Umständen noch werde Arsen auffinden lassen. Der eine Sachverständige verneinte die Frage ganz entschieden, der andere Sachverständige, ein Apotheker, mit welchem Professor Otto nebst dem Vertheidiger des Angeklagten die Sache privatim besprochen hatte und welcher auf das Bestimmteste behauptet hatte, es lasse sich auf einem Ofen, der so lange Zeit geheizt worden, kein Arsen mehr finden, äußerte sich vor dem Gerichtshofe doch wieder dahin, daß, wenn Arsenik vorhanden gewesen wäre, dieser sich noch würde nachweisen lassen. Das Arsenmetall oder der Fliegenstein aber keineswegs. Der dritte Sachverständige, gleichfalls ein Apotheker, sagte dasselbe und setzte noch hinzu, es sei die ganze Untersuchung nutzlos, da der Ofen ja abgewischt worden.

Nur auf Otto's ausdrückliche Versicherung, daß, wenn der fragliche Trank Arsen enthalten habe, die Chemie dasselbe auf dem Ofen nachweisen werde, verfügte das Gericht die Untersuchung.

Die beiden Apotheker und der Medizinalrath Otto wurden von dem Untersuchungsrichter in das Dombrowski'sche Haus geführt. Es zeigte sich auf dem untersten Kasten des eisernen Ofens ein Rostfleck und es gelang Otto sehr leicht, etwa eine halbe Messerspitze voll davon abzukratzen und mittelst einer Federfahne auf ein Stückchen Papier zu bringen. Der eine Apotheker setzte sich sofort an den Tisch und untersuchte mittelst eines Löthrohrs einen Antheil des Rostes. Es zeigte sich auch keine Spur von arsenikalischem oder Knoblauchgeruch und Otto mußte sich höhnisch sagen lassen, daß seine Vorhersagungen nicht eingetroffen. Otto verlangte, daß der Rost nach der Apotheke gebracht und dort mit mehr Muße und auf andere Weise untersucht werde, was denn auch geschah. Der Rost wurde nun mit Kalilauge ausgekocht, die filtrirte Flüssigkeit mit Schwe[illegible]

angesäuert und in einen kleinen Apparat von Marsh gebracht. Es wurden so schöne Arsenflecken erhalten, daß Otto dem Gerichtshof und den Geschworenen sagen konnte, es sei niemals Arsen mit größerer Sicherheit nachgewiesen worden und er werde sich niemals mit größerer Bestimmtheit als hier geschehen, nachweisen lassen und so hatte die Chemie in einer langen Kette von Anzeichen und Muthmaßungen das einzig fehlende Glied, welches Beweiskraft hatte, gefunden, und der ganze Verlauf der Vergiftung stand nunmehr klar vor aller Augen.

Otto, welcher diesen ihn selbst nahe angehenden Fall in seinem Lehrbuche anführt, setzt noch hinzu, daß er über diesen höchst interessanten Fall geschwiegen habe, weil ihm geschienen, im Interesse der beiden Apotheker sei dieses das Beste; aber die beiden Herren hätten nicht geschwiegen, sondern ihn sogleich vor die Oeffentlichkeit gebracht, natürlich mit Hinweglassung der ihnen nicht zusagenden Umstände. Die ganze cause célèbre ist indessen in den neuen Pitaval übergegangen und Otto hält es für seine Pflicht, das Sachverhältniß im Interesse der Wissenschaft vollkommen wahrheitsgemäß darzustellen. Er sagt, er wäre seine Stelle als Medizinalrath und Professor nicht werth, wenn er nicht etwas mehr von der Chemie verstände, als die beiden Apotheker, er mußte daher nur lächeln, als die beiden Herren sich ihm gegenüber vor Gericht so ganz anders aussprachen, als er gethan, aber empört hat es ihn, daß die beiden Herren, nicht zufrieden damit, ihn vor Gericht als einen Dummkopf darzustellen, nun auch noch stichelnde und höhnische Aeußerungen thaten, als er wirklich zur Untersuchung schritt.

Es ist leider wahr, daß man Hammer sein muß, wenn man nicht auf sich herumhämmern lassen will. Ein freundliches, nachsichtiges Verfahren auf der einen Seite ruft nur allzu häufig ein freches und impertinentes Benehmen auf der andern Seite hervor, eine Erfahrung, welche der treffliche Gelehrte in seiner langjährigen amtlichen Wirksamkeit oft zu machen Gelegenheit hatte.

Als das Arsen in dem Roste gefunden war, sagte einer der Herren Apotheker, er habe nur deshalb gegen die Untersuchung des Ofens gesprochen, weil der Verbrecher beinahe entlastet worden wäre, wenn man keinen Arsen gefunden haben würde — als ob die Chemie nur dazu da wäre, um einen Angeklagten an den Galgen zu bringen.

Otto hat 2¼ Gran Fliegenstein mit Wasser zerrieben auf den heißesten Theil eines Ofens im Laboratorium gebracht; der Ofen wurde während zweier Monate täglich und oft sehr stark geheizt. Als man nach dieser Zeit den Rost abkratzte und untersuchte, wurde das Arsen sofort gefunden, aber allerdings auch nicht vor dem Löthrohre, ein übrigens bekannter Um-

stand, indem schon Rose vor vielen Jahren in seinem Handbuche der analytischen Chemie hierauf aufmerksam gemacht hat.

Man sieht aus diesem ganzen Prozeß, wie wichtig es ist, auch die unbedeutendsten Umstände in den Kreis seiner Untersuchung zu ziehen, und man sieht auch, wie wichtig es ist, die genauesten und feinsten Methoden zu befolgen.

Antimon.

Heißt auch Spießglanz, lateinisch Stibium, daher das Zeichen, welches man bei der Anwendung von Formeln für ihn setzt, Sb.

Schwerlich im Alterthum, wohl aber im Mittelalter waren schon die Schwefelverbindungen dieses Metalles bekannt und die Alchemisten beschäftigten sich angelegentlich mit demselben. Es gehört zu denjenigen, welche Jahrhunderte lang in der Arzneikunde eine große Rolle spielten, aber erst gegen das Ende des 15. Jahrhunderts lernte man durch den berühmten Erfurter Mönch Basilius Valentinus dieses Metall aus seinem Erze darstellen.

Das Metall selbst kommt nur selten gediegen vor, daher man es so spät erst kennen lernte. Im Harze, in Böhmen und in der Dauphiné erscheint es so, sonst aber immer vererzt mit Schwefel.

Das wichtigste der Antimonerze ist das Grauspießglanzerz (SbS_3). Es findet sich theils strahlig, theils blättrig, krystallisirt, theils aber auch dicht in den metallführenden Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges, aber meistentheils mit anderen Schwefelmetallen verbunden, so mit Schwefelkupfer im Borunit, mit Schwefelblei im Zinkenit und im Jamesonit; es kommt auch mit Schwefelkies, Kalkspath, Schwerspath, Eisenspath etc. vereinigt vor.

Das Grauspießglanzerz scheint sich auf den Gängen mitunter zersetzt zu haben und erscheint dann in der Form eines oder des anderen Oxydes dieses Metalles, so als Weißspießglanzerz (Antimonoxyd, SbO_3), ferner als Spießglanzocker (Antimonsäure, SbO_5), ferner als Rothspießglanz, eine Schwefel- und Sauerstoffverbindung des Antimons (Antimon… $SbO_3, 2SbS_3$).

Aber auch die Silbererze sind häufig Antimon führend, man

fugen, das Schwefelantimon sei eines der Vererzungsmittel des Silbers, so in dem Sprödglaserz, in dem Dunkelrothgültigerz, in welchem immer Schwefelsilber mit Schwefelantimon verbunden ist. Es kommt überhaupt mit anderen Metallen, mit Eisen, Zink, Kupfer, Silber in den sogenannten Fahlerzen, mit Nickel in dem Nickelantimonglanz vor. Die anderen Metalle sind natürlich gleichfalls geschwefelt.

Gewinnung des Antimonmetalles.

Die Zugutmachung des Erzes zerfällt in zweierlei Arbeiten, man stellt es aus dem Grauspießglanzerz entweder dadurch metallisch her, daß man dieses Erz ähnlich dem Bleiglanz behandelt, indem man das Erz mit Eisen zusammenschmilzt, wodurch der Schwefel an das Eisen geht und das Metall übrig bleibt oder indem man das Erz röstet, wobei der Schwefel als schweflige Säure entweicht, indessen das Antimonmetall mit Sauerstoff verbunden wird und in Antimonoxyd sowohl, als in Antimonsäure übergeht, welche man nunmehr mit Kohle reducirt und mit irgend einem Flußmittel zusammenschmilzt. Die Gewinnung durch Eisen wird die Niederschlagarbeit, die Verwandlung in Oxyd wird die Röstarbeit genannt.

Im Kleinen wie etwa für das Laboratorium nimmt man eiserne Nägel zur Reduktion, Schmiedeeisen muß es jedenfalls sein, denn nur dieses reine Eisen verbindet sich leicht mit dem Schwefel. Man bringt kleine eiserne Nägel in einem Tiegel zum lebhaften Rothglühen und wirft nunmehr Schwefelantimon darauf. Ist die Temperatur hoch genug, so geht die Umwandlung sofort vor sich, das Eisen nimmt den Schwefel auf und läßt das Antimonmetall frei. Man läßt nunmehr die beiden geschmolzenen Körper in dem Tiegel langsam erkalten. Beim Herausnehmen sieht man die beiden Schichten sich deutlich von einander scheiden, das Antimonmetall ist seiner geringeren Schwere wegen nach oben, das Eisen nach unten gegangen. Durch ein paar Hammerschläge kann man die beiden Schichten von einander trennen. Es ist von Wichtigkeit, daß die richtigen Verhältnisse zwischen Eisen und Spießglanz inne gehalten werden. Auf 100 Theile Schwefelantimon bedarf man zur vollständigen Entschwefelung 42 Theile Eisen, die durch die 27 Prozent Schwefel, welche das Spießglanzerz enthält, in Schwefeleisen umgewandelt werden.

Nimmt man eine größere Menge Eisen, so entsteht eine sehr schwer

schmelzbare Legirung von Antimon und Eisen und man vermag das Antimonmetall nicht vollständig von dem Schwefeleisen zu trennen. Im besten Falle aber erhält man doch nicht die in dem Spießglanzerz enthaltenen 73 Prozent Antimon, sondern nur 53, höchstens 55 Prozent, und es kommt daher, daß man zur Schmelzung des Schwefeleisens einer so hohen Temperatur bedarf, daß eine beträchtliche Menge des Antimonmetalles verflüchtigt wird und die Schmelzung ist doch erforderlich, weil ohne diese keine gehörige Sonderung des Metalles von dem Schwefeleisen erreicht wird.

Dies ist der Grund, warum man gern Schmelzmittel zusetzt, durch welche das Eisen schon bei geringerer Temperatur flüssig wird, so z. B. das Schwefelnatrium, welches mit dem Schwefeleisen eine leicht schmelzbare Schlacke bildet aus der sich das Antimonmetall schon bei mäßiger Rothglühhitze absetzt. Die besten Verhältnisse sollen nach Wittstein's Angabe auf 100 Theile Schwefelantimon 42 Theile Eisen, 10 Theile wasserfreies, schwefelsaures Natron und 2 bis 3 Theile Kohlen sein. Indessen auch hierbei erlangt man nicht 73 Prozent Antimon, wie es geschehen sollte, sondern höchstens 66 Prozent.

Das Schwefelantimon ist gewöhnlich von der Gangart besetzt. So viel sich bequem und ohne große Kosten thun läßt, wird der Quarz und das sonstige taube Gestein mittelst des Hammers von dem Erz getrennt. Nun aber wird die eigentliche Sonderung durch den Schmelzprozeß hervorgebracht. Schwefelantimon ist leicht schmelzbar und trennt sich daher schon bei mäßiger Hitze von dem Gestein. Man nennt diese Arbeit das Saigern und sie hat auch große Aehnlichkeit mit der gleichbenannten, durch welche man das leicht schmelzbare Blei von dem schwerer schmelzbaren Kupfer trennt.

Gewöhnlich nimmt man diese Arbeit mit dem wichtigsten Antimonerz, mit dem Grauspießglanzerz vor. Man bringt das zerkleinerte und oberflächlich von der Gangart gesonderte Erz in mäßig große, kegelförmige Töpfe, deren Boden ein paar kleine Oeffnungen haben, wie man sie bei den Blumentöpfen sieht. Solche gewöhnliche Blumentöpfe sind auch zu dieser Saigerarbeit sehr geeignet. Dieselben stehen ein Jeder auf einem andern kleinen Topfe, dessen Boden jedoch nicht durchlöchert ist. Man bringt dergleichen Paare in Reihen zu Hunderten neben einander auf einem ebenen, sandigen Boden, so daß die unteren Töpfe zu Dreiviertheilen in der Erde stehen. Zwischen diese Töpfe schüttet man das wohlfeilste Brennmaterial, welches man zur Verfügung hat, deckt die oberen Töpfe mit Erze durch passende Deckel zu und füllt nun auch über diese eine von dem Brennmaterial.

Ist dieses so weit gediehen, so pflegt man die vier Seiten zu

mes, auf dem die Töpfe stehen, durch trockene Mauern, durch trocken über einander geschichtete Ziegel zu umgeben, wodurch die Wärme besser zusammengehalten wird. Man bringt nunmehr Feuer von verschiedenen Seiten an das angehäufte Brennmaterial und überläßt den ganzen Haufen sich selbst, indem die einmal angefachte Gluth ausreicht, die Töpfe zum Glühen und das Erz zum Schmelzen zu bringen. Man findet dasselbe in den unteren Töpfen nach dem Abbrand erstarrt zu strahligen Klumpen von der Gestalt der Töpfe, in denen sie aufgefangen worden sind.

Das so durch Saigerung gewonnene Antimonerz führt den lateinischen Namen Antimonium crudum. Es ist auswendig gewöhnlich ganz schwarz und im Bruch strahlig krystallinisch, metallisch glänzend, von der Farbe des Graphit.

Fig. 1186.



Wenn man dasselbe hüttenmännisch gewinnt, pflegt man in der Regel besondere Oefen dazu zu bauen, wie die Figur 1186 dieselben zeigt. Zum Theil in der Erde, wenigstens innerhalb des Aschenherdes G stehen viereckige Thonkästen D, innerhalb deren sich die kegelförmigen Töpfe Q befinden, welche bestimmt sind, das abgesaigerte Schwefelantimon aufzunehmen. Die viereckigen Kästen sind mit Thonplatten bedeckt und auf ihnen stehen größere kegelförmige Töpfe P, so daß über jedem kleinen Topf Q ein größerer befindlich ist. Die großen Töpfe haben im Boden ein Loch, gerade über dem untern Gefäß Q hat die Thonplatte gleichfalls ein Loch und der obere Kegel wird auf diese Thonplatte so gesetzt, daß die beiden Oeffnungen zusammentreffen.

Wenn nun die Kegel P mit dem Erze gefüllt und durch die Deckel C bedeckt sind, so legt man rund um die Kästen auf die Roste G das erforderliche Brennmaterial, um die Töpfe P in Gluth zu bringen. Durch den Rauchfang CC, der hierzu an verschiedenen Punkten Seitenthüren hat, und der auch in der Mitte seiner ganzen Länge nach durch eine Zunge getheilt ist, kann neues Erz nachgeschüttet werden, bis die Töpfe Q mit der geschmolzenen Masse gefüllt sind.

Nun hebt man die Erztöpfe aus dem Ofen, um sie zu leeren. Da-

durch werden die Kästen D frei und man kann nun die Tiegel Q herausnehmen und durch andere ersetzen. Sobald dieses geschehen ist, werden auch die Töpfe P wieder an ihre Stelle gebracht und von Neuem mit Erz beschickt. Das Feuer bleibt dabei im Gange, denn man kann von allen Seiten, sowohl von dem Gewölbe, in welchem das Feuer brennt, durch die Oeffnungen O, als auch oben zu jedem einzelnen Tiegel kommen, ohne den Gang der Arbeit überhaupt zu unterbrechen.

Aus diesem Erze erst pflegt man das Spießglanzmetall, das eigentliche Antimon, auf die oben gedachte Weise darzustellen.

Will man nun aber diejenige Arbeit vornehmen, welche man Röstarbeit nennt, so muß man zuerst dieses Erz in Antimonasche verwandeln. Dies geschieht in folgender Weise.

Das gewöhnliche Schwefelantimon wird durch Pochen von dem Ganggestein befreit und gröblich zerkleinert. Wenn man die Operation im Laboratorium vornehmen will, so pflegt man das vorhin beschriebene Antimonium crudum anzuwenden und die Röstung in einer Muffel auszuführen, im Großen geschieht es durch einen Flammenofen. Auf die Sohle eines solchen schüttet man das Erzpulver, bringt auf dem Feuerherde das Brennmaterial in Gluth und läßt die Flamme nunmehr über das Erz streichen, wobei man sich jedoch vor zu rascher Erhitzung zu hüten hat, indem sonst das Schwefelmetall zusammenschmilzt und sich leichter verflüchtigt, als daß es in Oxyd überginge.

Wird die Hitze mäßig betrieben und wird dabei von verschiedenen Seiten mit langen Krücken in dem Pulver gerührt, so entweicht der Schwefel, die hinzutretende Luft oxydirt das Metall und es entsteht nach und nach eine graue, pulverige Substanz, die Antimonasche, eine Verbindung von Antimonoxyd mit Antimonsäure.

Wenn von der erhitzten Masse keine nach Schwefel riechenden Dämpfe mehr entweichen und wenn das Oxyd erdig und grau aussieht, ist die Operation beendigt.

Dieses Röstprodukt, die Spießglanzasche, wird nunmehr reducirt. Etwa 20 Prozent von dem Gewichte der Asche nimmt man an Kohle, tränkt dieselbe mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron oder setzt statt dessen zu der Asche rohen Weinstein, worin gleichfalls Kohle und ein Alkali enthalten ist, mischt dieses mit der Asche und bringt die Mengung in einen Schmelztiegel, wo bei genügender Erhitzung das Metall vollständig reducirt wird. In beiden Operationen finden übrigens beträchtliche Verluste statt. Von 100 Theilen des Spießglanzerzes sollte man 100 Theile Spießglanzasche bekommen, weil zwar der Schwefel aber eine ihn reichlich ersetzende Menge von Sauerstoff aufgenommen

Statt dessen erhält man höchstens 73 Prozent Spießglanzasche, aus dieser aber nur etwa 45 Prozent Metall, welches jedoch reiner ist, als das durch Eisen dargestellte.

Wegen der vielfältigen Beimischungen von anderen Schwefelmetallen und sonstigen Erzen zu dem Spießglanzerz ist das daraus gewonnene Metall niemals vollkommen rein; seine schlimmste Verunreinigung ist die durch Arsen und es ist davon auch nur sehr schwer zu befreien.

Die übrigen Metalle, wie Kupfer, Blei, Eisen, welche das Antimon verunreinigen, verbinden sich entweder mit dem Schwefel oder mit dem Sauerstoff leichter als das Antimonmetall, daher kann man dieses von jenen befreien, wenn man das käufliche Metall wiederholt mit Schwefelantimon und zuletzt mit Natron und etwas Salpeter schmilzt. Es kommen hierdurch die verunreinigenden Metalle alle in die Schlacke und durch die letzte Schmelzung werden auch noch die kleinsten Spuren entfernt.

Um das Arsen jedoch von dem Antimon zu scheiden, bedarf man einer umständlicheren Arbeit, nämlich eines dreimaligen Schmelzens mit immer anderen Mengen von Natron, das eigentliche Verfahren ist von Liebig und Wöhler angegeben, jedoch von Bensch erst vollkommen sicher gemacht worden.

Vorerst muß man voraussetzen, daß das arsenhaltige Antimonmetall zugleich stark eisenhaltig sei. Ist dieses nicht der Fall, so muß man demselben 2 Prozent Schwefeleisen zusetzen.

16 Theile des unreinen Metalles bringt man mit 1 Theile Schwefelantimon und 2 Theilen trockenen, kohlensauren Natrons in einen hessischen Schmelztiegel und erhält es darin eine Stunde lang in Fluß.

Nach dem Erkalten trennt man das Metall von der Schlacke, bringt das so gesäuberte Metall zum zweiten Male in einen hessischen Tiegel, thut 1½ Theile von kohlensaurem Natron dazu und schmilzt es damit abermals eine Stunde lang.

Die Reinigung von der Schlacke wird wiederholt und nun der Regulus nochmals, aber nur unter Zusatz von einem Theile Natron, geschmolzen.

Nach dieser 3 Mal angewandten Schmelzung ist alles Eisen in die Schlacke übergegangen und hat das Arsen mitgenommen.

Chemisch reines Antimon läßt sich aus Brechweinstein darstellen. Dieses Präparat besteht bekanntlich aus weinsaurem Antimonoxydkali. Der Kohlenstoff der Weinsäure wird hier verwendet zur Reduktion des Antimonoxydes. Man erhitzt den Brechweinstein in einem Tiegel bis zur Verkohlung, wirft auf die schwarze Masse sehr kleine Quantitäten von Salpeter, bis eine vollständige Verbrennung der Kohle stattgefunden hat, und wäscht nunmehr den übrigbleibenden Metallklumpen wiederholt mit Wasser,

um das etwa vorhandene Kaliummetall zu oxydiren und das so entstandene Kali aufzulösen.

Das Antimon ist silberweiß, hat lebhaften Metallglanz und eine so große Krystallisationsfähigkeit, daß man nicht bloß beim Durchbrechen eines Stückes dieses Gefüge sieht, sondern schon die Außenseite der Brodte, die man käuflich im Handel bekommt, sogenannte Blumen, farrenkraut ähnliche Figuren wahrnimmt. Das Metall ist sehr spröde, läßt sich daher sehr leicht in Pulver verwandeln, hämmerbar oder streckbar aber ist es weder in der Hitze noch in der Kälte. Es schmilzt bei 400 Grad C., wobei es rothglühend ist. Bei dieser Hitze verdampft es auch und die Dämpfe verbrennen zu Oxyd. Man darf es daher nicht unverdeckt schmelzen, wenn man nicht beträchtlichen Verlust erleiden will.

Da es verdampft, so ist es möglich, dasselbe zu destilliren. Dieses muß aber in einer sauerstofffreien Atmosphäre geschehen. Zu diesem Behufe pflegt man durch die Retorte und Vorlage einen Strom von trockenem Wasserstoffgas gehen zu lassen.

An der Luft verändert das Antimonmetall sich nicht; wenn dasselbe jedoch durch Kohle unter Beihülfe von Alkalien gewonnen ist, und wenn es nicht gänzlich von dem Kaliummetall befreit wurde, so läuft dasselbe an der Luft an, zerfällt auch wohl gar, und in Wasser geworfen, entwickelt solches Metall Wasserstoffgas, indem das Alkalimetall den Sauerstoff des Wassers mit Lebhaftigkeit an sich zieht.

Das Antimonmetall verbrennt gleich dem Zink zu Oxyd, bedarf jedoch dazu einer viel höheren Temperatur. Ein kleines Stückchen des Metalles vor dem Löthrohre auf einer Kohle erhitzt, giebt, wenn es rothglühend, einen weißen starken Rauch von sich. Wenn man darauf bläst, so entweicht dieser und die Kugel fährt fort zu glühen. Dies geschieht zwar auch, wenn man nicht mehr auf die Kugel bläst, aber in diesem Falle verdichten sich die Antimondämpfe um die Kugel her und schlagen sich an sie nieder, indem sie gewissermaßen kleine Krystalle bilden. Führt man aber mittelst des Löthrohrs fortdauernd einen Strom atmosphärischer Luft auf das Kügelchen, so verbrennt dasselbe unter Entwickelung von starkem Rauch vollständig.

Die mehrsten Säuren wirken in der Kälte nicht auf das Antimon, so Salzsäure und concentrirte Schwefelsäure, dagegen löst Salpetersäure dieses Metall auf, und zwar mit verschiedener Heftigkeit, je nach der Stärke der Säure und der Temperatur, bei welcher sie wirkt; wenn man aber das Antimonmetall pulvert und mit Salzsäure erhitzt, so entsteht ein Antimonchlorid. Bringt man gepulvertes Antimonmetall in Chlorgas, so verbindet sich beides unter Feuererscheinung miteinander.

Das Metall ist so leicht verbrennlich, daß es, gepulvert und mit Salpeter gemischt, unter Explosion verpufft; man bringt es, weil das Experiment gefährlich ist, in sehr kleinen Portionen in einen glühend gemachten Schmelztiegel. Es entsteht hierdurch antimonsaures Kali.

Da das Metall zu medicinischem Gebrauche verwendet wird, so ist von Wichtigkeit, daß man dessen Reinheit prüfen könne. Das Metall ist krystallinisch. Es ist um so reiner, je feinkörniger es ist. Es muß vor dem Löthrohr sehr leicht schmelzen. Ist es etwas eisenhaltig, so schmilzt es schwer, ist es stark eisenhaltig, so schmilzt es gar nicht; wenn das Metall arsenhaltig ist, so zeigt sich beim Schmelzen der bekannte Arsengeruch, dieser darf mithin unter keinen Umständen gefunden werden.

Wenn das Kügelchen, welches auf der Kohle geschmolzen ist, sich durch Zublasen von Luft durch das Löthrohr nicht vollständig verflüchtigen läßt, wenn besonders zuletzt ein gelber Anflug auf der Kohle bleibt, so war das Metall bleihaltig und es ist gleichfalls zur medicinischen Anwendung nicht zulässig.

Auf nassem Wege prüft man die Reinheit folgendermaßen: man kocht gepulvert Antimon mit Salpetersäure, setzt destillirtes Wasser zu und filtrirt die Lösung. Leitet man durch diese Schwefelwasserstoffgas, so darf sich kein schwarzer Niederschlag bilden; dies würde Blei oder Kupfer verrathen. Setzt man zu der Flüssigkeit concentrirte Schwefelsäure, so darf sich kein weißer Niederschlag zeigen, übersättigt man dieselbe mit Ammoniakflüssigkeit, so darf sie nicht blau werden, dies zeigt Kupfer an; ebensowenig darf sie braun werden, dies zeigt Eisen an.

Wenn man in die salpetersaure Lösung Schwefelwasserstoffgas geleitet und den etwa vorhandenen Niederschlag entfernt hat und man erhitzt dann die Flüssigkeit mit Blutlaugensalz, so muß sie unverändert bleiben; bildet sich dagegen Berlinerblau (blausaures Eisen), so ist dies ein Zeichen, daß das Antimonmetall Eisen enthielt.

Mit Königswasser behandelt, muß das Antimon sich leicht und vollständig auflösen. Vermischt man diese Lösung mit Weingeist, so darf daraus nichts gefällt werden. Verdünnt man dieselbe mit Wasser und bringt man dann Chlorbarium hinein, so darf sich kein Niederschlag bilden, dieser würde Schwefel verrathen.

Verbindungen des Antimons mit den Säuren.

Man kennt bis jetzt vier Oxydationsstufen, ein Suboxyd, ein Oxyd, eine Säure und eine Verbindung, welche man wie ein Salz betrachtet, zusammengesetzt aus einem Oxyde und einer Säure, nämlich das antimonsaure Antimonoxyd.

Das Antimonsuboxyd, Sb_3O_4, enthält in 100 Theilen 92,4 Antimon und 7,6 Sauerstoff. Es ist ein Kunstprodukt und wird erhalten, wenn man eine Auflösung von Brechweinstein durch eine galvanische Batterie zersetzt. Die Batterie braucht nicht stark zu sein; drei Elemente, wie die in Fig. 1187 bezeichneten, genügen, wenn man die spiralförmig gewundenen

Fig. 1187.



Drähte, deren grade Enden aus Platina bestehen, in eine solche Auflösung taucht. Es scheidet sich am positiven Pole unter lebhafter Gasentwickelung ein schwarzes Pulver aus, welches dieses Suboxyd ist. Dasselbe nimmt unter dem Polirstahle Metallglanz an und wird durch Salzsäure zersetzt. Es bleibt ein Theil Metall ungelöst zurück, während ein anderer mit dem Chlor eine Verbindung eingeht, indem das Chlor die Gesammtmasse des Sauerstoffes vertreibt.

Antimonoxyd, SbO_3, enthält in 100 Theilen 84,3 Antimon und 15,7 Sauerstoff. Dieser Körper kommt in der Natur vor, das Weißspießglanzerz, welches die Bergleute auch Antimonblüthe nennen, ist dieses Antimonoxyd, was besonders in neuerer Zeit in Algerien in Menge gefunden wird.

Die Apotheker haben ein Präparat, welches sie „Flores antimonii“

nennen. Dasselbe ist Antimonoxyd und wird dadurch gewonnen, daß man Antimonmetall in einem schräg liegenden, nur leicht bedeckten Tiegel erhitzt. Nach kurzer Zeit setzt das Oxyd sich an den kälter bleibenden oberen Rand des Tiegels in glänzenden Nadeln an. Allerdings ist dem auf diese Weise gewonnenen Präparat auch noch etwas von jener vierten Oxydationsstufe, vom antimonsauren Antimonoxyd beigemengt, doch abgesehen hiervon, und da die Beimengung überhaupt eine sehr geringe ist, zeigt sich das Oxyd sehr rein.

Die gewöhnliche Darstellung ist eine andere, man bringt in 4 Theile Salpetersäure von 1,2 spezifischem Gewicht, verdünnt durch 8 Theile Wasser, 1 Theil höchst fein gepulvertes Antimonmetall, und läßt dasselbe unter Erwärmung bis zur Siedhitze so lange stehen, als noch Einwirkung stattfindet.

Man scheidet nun das so entstandene Oxyd aus und wäscht es mit heißem Wasser, dem man etwas kohlensaures Natron zusetzt, wodurch auch die letzte Spur von Salpetersäure entfernt wird.

Dieses Oxyd enthält jederzeit etwas unverändertes Metall, daher es eine graue Farbe zeigt, von welcher auch sein lateinischer Name herrührt: Antimonium oxydatum griseum. Man könnte diesen geringen Antheil von Metall sehr leicht entfernen, wenn man auf die gegebene Menge des zu oxydirenden Antimons etwas mehr als das Vierfache von concentrirter Säure nähme; in dem Falle aber, daß dieses geschähe, würde man statt Antimonmetall nunmehr Antimonsäure neben dem Oxyde haben. Da nun die Anwesenheit des Metalles in so geringen Mengen unwesentlich ist, so läßt man es lieber beim Alten.

Sollte das angewandte Metall nicht frei von Blei, Eisen oder Kupfer sein, so werden natürlich diese Metalle gleichfalls oxydirt. Dieselben bilden jedoch auflösliche Salze und können durch Auswaschen mit Wasser von dem Antimonoxyd vollständig getrennt werden.

Man kann das Antimonmetall auch auf trockenem Wege oxydiren, wenn man sich ein Gemenge aus 37 Theilen höchst fein gepulvertem Antimonmetall, 30 Theilen Salpeter und 17 Theilen doppelt schwefelsaurem Natron bereitet und dieses in kleinen Portionen in einen rothglühenden Schmelztiegel bringt, es zum Schmelzen kommen läßt und nach Beendigung der gegenseitigen Einwirkungen dieser Substanzen das Produkt der Schmelzung mit Wasser auswäscht und damit kocht; es bleibt alsdann das Antimonoxyd zurück.

Eine Verbindung des reinen Oxydes mit Schwefelantimon wird Spießglanzglas genannt. Zur Darstellung desselben bedient man sich der Spießglanzasche, welche, wie wir wissen, antimonsaures Antimonoxyd ist. Man

schmilzt dieses Doppeloxyd unter Zusatz von Schwefelantimon, wobei die Antimonsäure auf das Schwefelantimon wirkt, schweflige Säure und Antimonoxyd bildet. Die schweflige Säure entweicht und das überschüssig vorhandene Schwefelantimon schmilzt mit dem Antimonoxyd zu einem durchsichtigen, rothen Glase zusammen, allerdings aber hängt die Farbe von den Verhältnissen ab. Ist es zu reich an Antimonoxyd, so ist es gelblich und undurchsichtig, ist es zu reich an Schwefelantimon, so ist es gleichfalls undurchsichtig und hat die Farbe des Graphits.

Um das Präparat recht schön zu erhalten, ist es daher nöthig, verschiedene Versuche anzustellen, denn die Spießglanzasche selbst ist niemals frei von Schwefelantimon und nach der Menge ihres Gehaltes muß sich der größere oder geringere Zusatz von Schwefelantimon richten.

Die Versuche leitet man auf folgende Art. Man bringt die Spießglanzasche in einen hessischen Schmelztiegel und erhitzt sie darin rasch. Sobald alles vollkommen geschmolzen ist, taucht man einen Stiel von weißem Thon, wie z. B. ein Stück eines irdenen Pfeifenrohres, in die geschmolzene Masse, und betrachtet das an demselben haftende erstarrende Glas, ist dasselbe durchsichtig, so hat die Spießglanzasche schon genug Schwefelantimon eingeschlossen; erscheint die Farbe aber zu hell oder ist sie gelblich, so setzt man sehr zart geriebenes Pulver von Schwefelantimon in geringerer Menge zu und nimmt wiederholt die gedachte Probe vor, bis die erforderte Schönheit der Farbe sich zeigt. Hat man dagegen keine rothe, sondern eine graue Farbe gefunden, so ist ein Zusatz von Antimonsäure oder von Antimonoxyd nöthig. Aber dieser Fall wird höchst selten eintreten, er wäre ein Zeichen, daß die Spießglanzasche über alle Maßen verunreinigt war mit Schwefelantimon.

Man bediente sich in früheren Zeiten des Spießglanzglases vorzugsweise zur Darstellung von Brechweinstein, Spießglanzbutter &c. Jetzt hat der Gebrauch zwar etwas nachgelassen, allein in vielen Ländern, welche mit den Fortschritten der Chemie nicht vertraut sind, dient es noch immer zur Zubereitung von Medikamenten.

Das Antimonoxyd in reinem Zustande wird durch Erhitzung gelb und schmilzt dann leicht, wird beim Erkalten krystallinisch und kann ungelöst bei stärkerer Erhitzung sublimirt werden. Es kommt als Weißspießglanzerz oder Antimonblüthe in der Natur vor, wie wir bereits bemerkt. Es erscheint in Prismen oder in Octaëdern. In dieser letzten Form wir[…] besonders häufig in Nordafrika in der Provinz Constantine gefunden[…] der Luft ändert das Oxyd sich durch Aufnahme von Sauerstoff; es[…] sich Antimonsäure, die mit dem Oxyde zusammentritt. Im Was[…]

es sich nur in geringer Menge auf, durch Kohle und Wasserstoffgas kann man es sehr leicht zu Metall reduciren.

Das Antimonoxyd verbindet sich mit den mehrsten Säuren zu Salzen, welche zum Theile medicinisch benutzt werden.

Antimonsaures Antimonoxyd, SbO_3, SbO_5, heißt auch antimonige Säure oder Unterantimonsäure, enthält in 100 Theilen 80 Theile Antimon und 20 Theile Sauerstoff. Auch diese Oxydationsstufe ist ein Kunstprodukt, man erhält dasselbe, wenn man gepulvertes Antimonmetall durch Salpetersäure oxydirt, dann den Ueberschuß der Säure abdunstet und den trockenen Rückstand ausglühet. Die Verbindung entsteht auch, wenn man Antimonoxyd unter Zutritt der Luft erhitzt. Diese Oxydationsstufe ist weiß, wird beim Erhitzen gelb, läßt sich jedoch weder schmelzen noch verflüchtigen. Vor dem Löthrohre läßt es sich nur sehr schwer reduciren, indem sich zuerst Oxyd bildet. Unter Zusatz von kohlensaurem Natron kann man indessen die Reduktion bewerkstelligen. Diese Säure wird zwar im Wasser nicht gelöst, wenn man sie aber pulvert und auf Lackmuspapier bringt, so wird dasselbe geröthet.

Es ist noch nicht entschieden, ob man diese Verbindung als eine besondere Oxydationsstufe, d. h. als Unterantimonsäure, oder ob man sie als eine Verbindung von Antimonsäure mit Antimonoxyd betrachten soll.

Antimonsäure, SbO_5, enthält in 100 Theilen 76,34 Antimon und 23,66 Sauerstoff.

Die Darstellung der Antimonsäure ist nicht ganz leicht. Nach Berzelius löst man Antimonmetall in Königswasser auf, dampft die Lösung ein, versetzt sie hierauf mit concentrirter Salpetersäure, dampft diese abermals ab und erhitzt nunmehr den Rückstand, bis die Salpetersäure gänzlich verjagt ist. Hierbei muß man sehr vorsichtig sein, denn die Erhitzung darf nicht bis zum Glühen gesteigert werden. Dieses wäre die wasserfreie Säure, nun giebt es aber auch ein Hydrat, welches erhalten wird, wenn man zu antimonsaurem Kali, Schwefelsäure oder Salpetersäure im Ueberschusse zusetzt.

Die wasserfreie Säure ist blaßgelb, röthet das Lackmuspapier, löst sich sehr wenig in concentrirter Kalilauge auf, treibt aber, mit kohlensauren Alkalien erhitzt, die Kohlensäure aus, an deren Stelle sie sich setzt. Bringt man die trockene Säure zum Glühen, so wird sie zersetzt, indem ein Theil des Sauerstoffes entweicht und so antimonsaures Antimonoxyd entsteht.

Das Hydrat ist im Wasser löslich und röthet das Lackmuspapier, trocken bildet es ein sehr weißes, zartes Pulver. In Salzsäure wird es nur schwer, in Salpetersäure gar nicht aufgelöst. Aetzkali löst es in geringer Menge auf.

Die Antimonsäure bildet mit Metalloxyden, mit Alkalien ꝛc. Salze, von denen einige officinell sind.

Antimonsaures Kali wird dargestellt, wenn Antimonoxyd mit Salpeter zusammengeschmolzen wird. Die Verbindung tritt aber erst ein, wenn ein Theil des Salpeters seine Säure abgegeben hat und zu Kali geworden ist, daher man gewöhnlich gleich von Hause aus Kali zu dem Salpeter setzt.

Man kann auch 1 Theil gepulvertes Antimonmetall mit 3 bis 4 Theilen trockenen Salpeters mengen und in kleinen Quantitäten in einen glühenden Schmelztiegel bringen. Die Masse verpufft und es bildet sich antimonsaures Kali nebst salpetrigsaurem Kali. Etwas Salpeter bleibt unzersetzt übrig. Dieses ist aber nöthig, denn falls man zu wenig Salpeter genommen hätte, so würde Antimonoxyd entstanden sein und sich frei in dem Salzgemenge vorfinden.

So bereiteter Mischungen bediente man sich besonders in früheren Zeiten. Die Apotheker nannten dieselben Antimonium diaphoreticum und unterschieden dieselben in ablutum und in non ablutum. Sie wurden dargestellt durch Verpuffung von Antimon oder von Schwefelantimon mit Salpeter in sehr verschiedenen Verhältnissen, daher die Produkte natürlich auch eine verschiedene Zusammensetzung hatten.

Das Antimonium diaphoreticum **non ablutum** wurde aus 1 Theil Schwefelantimon mit 2, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Theilen Salpeter bereitet. Es waren darin natürlich höchst verschiedene Verbindungen, übrigens auch die Verunreinigungen durch Arsenik, Blei und Eisen vorhanden.

Wenn man nunmehr das so bereitete Präparat mit Wasser auslaugt, so werden die Verbindungen des Kali's mit Salpetersäure, mit salpetriger Säure, mit Schwefelsäure und Antimonsäure entfernt im Wasser aufgenommen, was bei dieser Auflösung nicht aufgenommen wird, sondern im Wasser ungelöst zurückbleibt, war das Antimonium diaphoreticum **ablutum**.

Viel reiner erhält man dieses Präparat, wenn man nicht Schwefelantimon, sondern reines, metallisches Antimon gepulvert mit 4 Mal so viel Salpetersäure mengt und verpufft. Dieses ist neutrales, wasserfreies, antimonsaures Kali, was darin an salpetrigsaurem und freiem Kali enthalten ist, wird leicht durch warmes Wasser entfernt.

Wird das so gereinigte antimonsaure Kali, welches in kaltem Wasser unlöslich scheint, gekocht, so löst es sich darin auf und bildet nunmehr wasserhaltiges Salz. Dasselbe geschieht allerdings auch in kaltem, nur sehr viel langsamer.

Durch Eindampfen kann man diese Lösung bis zur Syrupsdicke

centriren, dann bildet sich an der Oberfläche eine dünne Haut von kleinen Krystallen, und wenn man die Lösung in diesem Stadium erkalten läßt, so gerinnt sie zu einer weißen Krystallmasse. Dampft man sie aber weiter ein, so wird sie gummiähnlich, durchsichtig und gelblich von Farbe.

Es giebt ebenso ein antimonsaures Natron ꝛc. Interessant aber für den Techniker ist besonders ein Salz, welches durch Wechselzersetzung von Antimonsäure und Bleioxyd erhalten wird.

Das unlösliche, antimonsaure Kali, mit Bleiglätte geschmolzen, giebt eine schöne, gelbe Schmelzfarbe für Porzellan. Man erzeugt eine ähnliche Farbe für Fayence durch Glühen desselben antimonsauren Kali's mit Mennige. Es scheint, daß hier antimonsaures Bleioxyd die Farbe hergebe. Das bekannte Neapelgelb, welches in der Oelmalerei gebraucht wird, besteht aus nichts Anderem. Diese Farbe wird dargestellt, indem man 1 Theil Brechweinstein mit 2 Theilen salpetersaurem Bleioxyd und 4 Theilen Kochsalz mengt, in einen hessischen Schmelztiegel bringt und 2 Stunden lang in mäßiger Hitze erhält, bis zuletzt die Masse in Fluß kommt. Nach dem Erkalten wird dieselbe gestoßen, fein zerrieben, das darin enthaltene Kochsalz wird mit Wasser ausgelaugt und es bleibt eine gelbe Farbe zurück, deren Ton zwar verschieden, aber immer sehr schön ist, wenn man nicht zu große Hitze angewendet hat.

Verbindungen des Antimons mit den Salzbildern.
Antimon mit Chlor.

Antimonchlorid, $SbCl_3$, enthält in 100 Theilen 54,8 Antimon und 45,2 Chlor, wird erhalten, wenn man 1 Theil fein gepulvertes Antimonmetall mit 3 Theilen Quecksilberchlorid mengt und in einer Retorte erhitzt. Der Hals der Retorte muß weit sein und muß möglichst heiß erhalten werden, damit das Sublimat sich nicht darin verdichten könne. Was in die Vorlage übergeht, ist das Quecksilberchlorid.

Man erhält dasselbe Präparat auch, wenn man Schwefelantimon anwendet, dann nimmt man 3 Theile desselben zu 7 Theilen Quecksilberchlorid. Hat man diese Bereitungsweise gewählt, so bleibt in der Retorte ein Rückstand von Schwefelquecksilber. Entfernt man nach Gewinnung des Chlorids die Vorlage und setzt man die Sublimation unter stärkerer Erhitzung fort, so geht auch das Schwefelquecksilber als Zinnober über, den

man von seiner vorherigen Verbindung mit dem Antimon, Antimonzinnober nennt.

Das Antimonchlorid ist eine farblose, durchscheinende, zwar krystallinische, aber doch weiche Masse, welche in den Apotheken Spießglanzbutter genannt wird. Dieselbe wirkt höchst ätzend, ist also nicht gut auf Brot zu essen. Die Masse schmilzt bei 72 Grad zu einer öligen Flüssigkeit, siedet bei 230 Grad und bildet dabei ein farbloses Gas, beinahe das schwerste, das man kennt; es wiegt 8 Mal so viel als atmosphärische Luft.

Aus der Luft zieht es Feuchtigkeit an und zerfließt damit, setzt man dann noch mehr Wasser dazu, so wird es zersetzt. Es scheidet sich ein basisches Salz aus und die Flüssigkeit enthält Salzsäure; Chlor mit dem Wasserstoff des Wassers verbunden und mit dem übrigen Wasser verdünnt.

Das basische Salz, welches auf diese Weise ausgeschieden wird, nennt man Algarothpulver (Pulvis algarothi, auch Mercurius vitae). Dieses Pulver enthält Antimonoxyd und Antimonchlorid in unbestimmten Verhältnissen. Dasselbe hat eine gewisse Wichtigkeit für die Darstellung von reinem Antimonoxyd. Um es daher selbst möglichst wohlfeil zu erhalten, stellt man es aus Materialien dar, die keineswegs ganz rein sind, und darum bereitet man sich flüssige Spießglanzbutter oder Liquor stibii muriatici und zwar auf folgende Weise.

Man löst Antimonoxyd oder Spießglanzglas oder auch feingepulvertes Schwefelantimon in concentrirter Salzsäure auf, was, durch Wärme unterstützt, sehr leicht geschieht. 1 Pfund gepulvertes Schwefelantimon wird mit 4 Pfund roher Salzsäure digerirt, so lange noch Schwefelwasserstoff entweicht. Die erkaltete Lösung wird filtrirt und eingedampft, bis nur noch 1 Pfund übrig ist. Die Flüssigkeit wird durch Salzsäure und Wasser so weit verdünnt, daß sie ein spezifisches Gewicht von 1,35 hat, sie ist alsdann dickflüssig, raucht an der Luft und ist höchst ätzend.

Diese flüssige Spießglanzbutter benutzt man zur Darstellung des Algarothpulvers, indem man sie mit Wasser verdünnt, so weit es geschehen kann, ohne daß sich etwas niederschlägt, dann zur Verjagung der freien Salzsäure die Flüssigkeit abdampft und sie durch Asbest filtrirt. Nunmehr wird die Flüssigkeit etwa mit dem sechsfachen Gewicht Wasser verdünnt, wodurch sich ein weißer Niederschlag bildet, der das verlangte Algarothpulver ist. Man scheidet es durch das Filtrum von der Flüssigkeit und wäscht es sehr sorgfältig aus. Es muß sich in Salzsäure vollständig lösen, muß schneeweiß sein und muß bei Erwärmung mit kohlensauren Chlor abgeben, welcher sich durch den Geruch verräth. kann nun mit Vortheil zur Darstellung von Antimonoxyd dien

Antimonsuperchlorid, $SbCl_5$, enthält in 100

Antimon und 58 Theile Chlor, kann auf zweierlei Art gewonnen werden. Rose entdeckte diese Verbindung, indem er gepulvertes Antimonmetall in Chlorgas schüttete, da sich das Chlorid dann unter lebhafter Feuererscheinung bildete. Man stellt es auch dar, indem man Antimon in einer Porzellanröhre erhitzt und einen Strom von Chlorgas darüber hinleitet. In diesem Falle destillirt das Präparat und man bekommt es sogleich ganz rein. Man kann dasselbe auch darstellen, wenn man Antimonchlorid schmilzt und Chlorgas bis zur Sättigung der Flüssigkeit hinein leitet.

Das Antimonsuperchlorid ist eine farblose oder gelbliche Flüssigkeit, welche sehr flüchtig ist, an der Luft stark raucht, einen sehr widrigen Geruch hat und äußerst ätzend wirkt. Aus der Luft zieht es allmälig Feuchtigkeit an und bildet eine weiße Krystallmasse.

Antimon mit Jod, SbJ_3. Die beiden Substanzen vereinigen sich sehr leicht unter starker Wärmeentwickelung; macht man den Versuch mit größeren Mengen, so entsteht eine heftige Explosion. Man setzt deshalb das gepulverte Antimon dem vorhandenen Jod nur in sehr kleinen Gaben bei und schreitet langsam bis zur Sättigung vor. Das Antimonjodid ist roth, krystallinisch, verdampft beim Erhitzen mit rothen Wolken, welche ein rothes Sublimat geben. Es bildet mit Schwefelantimon eine stechend und widerlich riechende Verbindung, welche sich sublimiren läßt und glänzend rothe Krystallblättchen bildet.

Antimon mit Fluor, $SbFl_3$. Um diese Verbindung zu bilden, bringt man Antimonoxyd in concentrirte Flußspathsäure, worin es sich unter starker Wärmeentwickelung auflöst.

Wenn man die Lösung langsam verdunstet, so bilden sich Krystalle von ziemlicher Größe, welche durchsichtig und farblos sind. Die Form der Krystalle ist die des Octaëders mit verschobener Grundfläche. Beim schnelleren Eindampfen entstehen Prismen und betreibt man das Verdampfungsgeschäft sehr rasch, so entstehen Schuppen, kleine Blättchen. Dieses Fluorid geht mit den Alkalien mannigfaltige Verbindungen ein.

Antimon und Brom, $SbBr_3$, entsteht gerade wie das Jodid durch Zusammenbringen von Antimon und Brom unter lebhafter Feuererscheinung. Die Verbindung kann sublimirt werden und bildet dann eine farblose, krystallinische Masse.

Verbindungen des Antimons mit dem Schwefel.

Wir haben bereits bei Gelegenheit der Darstellung des Antimonmetalles aus seinen Erzen von einer der Schwefelverbindungen, von dem sogenannten Antimonium crudum gesprochen. Es ist das gewöhnliche Schwefelantimon, durch Schmelzen von seinem Ganggestein getrennt. In dieser Gestalt wird es benutzt zur Darstellung der mehrsten anderen Antimonpräparate.

Das gewöhnliche Schwefelantimon, aus dem Grauspießglanzerz durch Saigern gewonnen, hat die oben, Seite 114 angeführten Eigenschaften. Es giebt aber noch eine Form derselben Verbindung von Schwefel und Antimon, welche nicht krystallinisch, sondern gestaltlos ist (amorph). Dieses amorphe Schwefelantimon ist sehr verschieden von dem andern, das krystallinische ist schwarzgrau, giebt gerieben ein schwarzes Pulver, mit einem Stahl gedrückt wird es metallglänzend, das amorphe aber giebt ein rothbraunes Pulver. Es ist ferner viel härter als das krystallisirte und es hat ein geringeres spezifisches Gewicht. Dasselbe entsteht jederzeit, wenn Antimon und Schwefel sich auf nassem Wege verbinden.

An dieses amorphe Schwefelantimon reiht sich ein ehemals hochberühmtes Präparat, der Mineralkermes. In den Apotheken heißt er Stibium sulfuratum rubrum oder Sulfur stibiatum rubrum, auch Pulvis carthusianorum. Es war als Medikament früher hochgeschätzt und die Bereitung desselben wurde im Jahre 1027 von der französischen Regierung einem Carthäuser Mönch Simon für ½ Million Livres abgekauft.

Derselbe ist eigentlich nichts weiter als amorphes Antimonsulphid (dreifach Schwefelantimon, gleich dem Antimonium crudum), aber je nach der Darstellung enthält dieser Kermes auch Antimonoxyd in sehr wechselnden Verhältnissen. Da dieses Oxyd aber in hohem Grade brechenerregend ist, so muß dessen Anwesenheit natürlich genau ermittelt werden, denn die Wirkung des Kermes hängt von der größeren oder geringeren Menge dieses Oxydes ab. Nach der Vorschrift des Carthäuser Mönches soll Schwefelantimon fein gepulvert in einer Auflösung von kohlensaurem Kali in dem achtfachen Gewicht Wasser 2 Stunden lang gekocht, dann noch siedend heiß filtrirt, in einem vorher erhitzten Gefäß aufgefangen werden.

Sowie sich die Flüssigkeit abkühlt, bildet sich eine Trübung stärker wird und sich schließlich in einen rothbraunen Nieder belt. Dies ist der Mineralkermes.

Nach neueren Angaben läßt man 2 Theile sehr fein ge-

antimon in einer Auflösung von 24 Theilen kohlensaurem Natron in 240 Theilen Wasser 2 Stunden lang kochen, wobei man das verdampfende Wasser immer wieder durch kochendes Wasser ersetzt. Noch heiß wird die Flüssigkeit filtrirt. Nach dem Erkalten wird der Niederschlag gesammelt und im Dunkeln bei 25 Grad Wärme getrocknet.

Die zurückbleibende Flüssigkeit enthält noch viel Schwefelantimon, durch abermaliges Kochen wird daraus wiederum Mineralkermes abgeschieden.

Der durch Kochen auf diese Weise dargestellte Kermes ist nichts weiter als amorphes dreifach Schwefelantimon, jedoch gemengt mit Spuren von Antimonoxyd und vielleicht auch noch mit etwas unlöslichem Schwefelantimon. Das Oxyd erscheint krystallinisch, der Kermes in Form von staubartig kleinen Kügelchen; unter einem mäßig wirkenden Mikroskop kann man die beiden Körper neben einander erkennen zum sicheren Zeichen, daß von einer chemischen Verbindung derselben unter einander keine Rede ist.

Derjenige Kermes, welchen man bei der ersten Abkochung erhält, ist immer am reinsten, enthält nur äußerst wenig oder gar kein Antimonoxyd, bei jeder folgenden Verkochung der übrig bleibenden Flüssigkeit wird der Gehalt an Oxyd in dem Niederschlage stärker. Es rührt daher daß die über demselben stehende Flüssigkeit, das Antimonoxyd welches durch die Einwirkung des Alkali's auf das Schwefelantimon aufgelöst wird, zurückhält. Kocht man nun diese Flüssigkeit zum zweiten Male, so löst sich in derselben abermals Antimonoxyd auf und zwar mit jedem Male mehr, wodurch bei dem jedesmaligen Erkalten, welches nöthig ist, um den Kermes zu gewinnen, sich immer etwas Oxyd mit niederschlägt. Das bei der ersten Operation gebildete Oxyd konnte auch in der Kälte gelöst erhalten werden. Bei der zweiten Verkochung war schon zu viel davon in der Flüssigkeit enthalten, daher auch davon etwas niedergeschlagen wurde.

In Folge dieser Beobachtung kann man auch aus der zweiten oder dritten Verkochung noch Kermes erhalten, welcher frei von Antimonoxyd ist. Der Kermes nämlich schlägt sich früher nieder, wenn man also die Flüssigkeit filtrirt, so lange sie noch warm ist, so bleibt das Antimonoxyd noch darin gelöst. Läßt man nunmehr erst die Flüssigkeit erkalten, so erhält man einen neuen hellfarbigen Niederschlag, in welchem sehr viel Antimonoxyd enthalten ist und aus der kalten Flüssigkeit selbst scheiden sich immer mehr Krystalle des Oxydes ab.

Da der gewöhnlich angewendete Körper, das Antimonium crudum, selbst in höchst fein vertheiltem Zustande der Einwirkung kochender Alkalilösungen Widerstand leistet, so schreibt Liebig vor, statt desselben amorphes Schwefelantimon zur Darstellung des Kermes zu nehmen. Dieses nämlich

löst sich vollständig in kohlensaurem Natron auf, man nimmt, um zu stets gleichbleibenden Resultaten zu gelangen, zu 6 Theilen des grauen Schwefelantimons eine Auflösung von 6 Theilen Kalihydrat mit 180 Theilen Wasser, man kocht dieses eine Stunde lang, filtrirt die Auflösung und fällt daraus das amorphe Schwefelantimon durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure.

Man vertheilt den durch das Erkalten aus dem Säurezusatz entstehenden Niederschlag in drei Gefäße von ziemlich gleichem Inhalte, süßt durch kaltes Wasser jede Portion 3 Mal aus und bringt eine jede auf ein besonderes Filtrum. 6 Theile trockenes, kohlensaures Natron werden nun in 192 Theilen Wasser gelöst, filtrirt und in einem eisernen Gefäß zum Sieden gebracht. In die siedende Flüssigkeit bringt man nun das eine Drittheil des gewaschenen Niederschlages in kleinen Portionen. Derselbe wird darin vollständig aufgelöst. Die Flüssigkeit wird nach mehrständigem Kochen in ein passendes Gefäß gegossen, worin man sie erkalten läßt, wodurch der Kermes zum Niederschlage kommt. Man trennt die darüber stehende Flüssigkeit von demselben, bringt sie abermals zum Kochen und löst darin nunmehr die zweite Portion des amorphen Schwefelantimons. Nach dem Erkalten gießt man wieder die Flüssigkeit ab und wiederholt die Kochung mit der dritten Portion. Der zweite Antheil pflegt am Schönsten auszufallen; aber auch hier hat jeder folgende Niederschlag eine größere Menge Antimonoxyd als der vorige. Um ein gleiches Präparat zu haben, muß man daher alle drei Portionen auf das Sorgfältigste mengen.

Das Präparat wird im feuchten Zustande sehr leicht oxydirt, man muß daher darauf sehen, daß das Präparat so schnell als möglich getrocknet werde, doch nicht durch die Wärme, welche die Oxydation befördert.

Spießglanzleber, Hepar antimonii, gleichfalls ein ehemals sehr gebräuchliches, jetzt aus der Mode gekommenes Medikament. Es wird dargestellt, indem man gleiche Theile von Antimonium crudum und trockenem Salpeter in gepulvertem Zustande mengt, einen Löffel voll davon in einen großen eisernen Mörser bringt und durch eine Kohle anzündet. Es entsteht eine heftige Verbrennung, welche man unterhält, indem man nach und nach das übrige von der Mengung in den Mörser bringt. Das Schwefelantimon wird hierbei in Antimonoxyd verwandelt, wozu der Salpeter den Sauerstoff hergiebt. Das Kali verbindet sich mit dem Schwefel, indem es seinen Sauerstoff entläßt, zu Schwefelkalium, und die sogenannte Spießglanzleber enthält demnach Antimonoxyd und Schwefelkalium, ferner aber noch unverändertes Schwefelantimon, dann schwefelsaures Kali und mitunter auch freies Kali.

Spießglanzsafran, Crocus antimonii. Dies Präparat wird aus dem vorhergehenden bereitet, indem man Spießglanzleber mit Wasser

langt, wodurch das schwefelsaure Kali und das Schwefelantimon aufgelöst wird. Es bleibt ein Rückstand, welchen man Crocus antimonii von seiner grünlich braunen Farbe nennt. Er besteht wahrscheinlich aus Schwefelantimon mit Antimonoxyd gemengt oder gemischt. Auch dieses Präparat wurde früher in der Medizin angewendet, besonders zur Darstellung des Brechweinsteins.

Auch in der Natur kommt eine Verbindung von dreifachem Schwefelantimon und Antimonoxyd vor. Dasselbe führt den bergmännischen Namen Rothspießglanzerz und es ist wahrscheinlich, daß dieses eine Verbindung ist, die eine dem künstlichen ähnliche Bildung hat. Mit dem Mikroskop untersucht, zeigt sich jedoch, daß der künstliche Crocus eine beträchtlichere Menge des Antimonoxydes enthalte.

Goldschwefel, fünffach Schwefelantimon, SbS_5, enthält in 100 Theilen 61,8 Antimon und 38,2 Schwefel.

Dies Präparat wird erzeugt, wenn man Antimonsäurehydrat außerordentlich fein in Wasser vertheilt und in diese Mengung Schwefelwasserstoffgas leitet, hier bildet sich die gedachte Schwefelverbindung. Sie kann auch gewonnen werden, wenn man Antimonsuperchlorid ($SbCl_5$) in durch Wasser verdünnter Weinsäure auflöst. Wenn man durch diese Lösung Schwefelwasserstoffgas leitet, so werden die 5 Antheile Chlor vertrieben und durch eben so viel Schwefel aus dem Schwefelwasserstoffgase ersetzt.

Die auf solche Art erzeugten Präparate leiden jedoch an einer gewissen Unregelmäßigkeit in der Zusammensetzung, enthalten auch häufig freien Schwefel beigemengt, und zwar keineswegs in einem sich gleichbleibenden Verhältnisse. Man macht daher in neueren Zeiten diesen Goldschwefel aus einem anderen Präparate, dem sogenannten Schlippe'schen Salz, welches ein fünffaches Schwefelantimonnatrium ist. Eine Lösung desselben wird durch eine Säure zersetzt. Das Salz besteht aus $3 NaS$, SbS_5 und $18 HO$. Wenn man nun zu der Auflösung dieses Salzes verdünnte Schwefelsäure setzt, so macht diese aus dem Schwefelnatrium (NaS) schwefelsaures Natron oder Glaubersalz und es entweicht Schwefelwasserstoffgas. Durch diese Operation aber wird das fünffache Schwefelantimon (SbS_5) seiner bisherigen Verbindung beraubt und es fällt so nieder. Man löst das Schwefelsalz in etwa 3 Theilen auf, filtrirt die Auflösung und verdünnt dieselbe dann nochmals, um sie wiederholt zu filtriren. Hierauf wird verdünnte Schwefelsäure hinzugegossen so lange, bis das Lackmuspapier einen schwachen Ueberschuß der Säure anzeigt, wodurch zu gleicher Zeit eine Trübung und in Folge derselben ein Niederschlag entsteht, den man durch behutsames Abgießen, Auswaschen mit kaltem Wasser gewinnt und den man dann möglichst schnell trocknet, was am besten dadurch bewerkstelligt

wird, daß man das damit beladene Filtrum zwischen trockenes Fließpapier bringt und preßt, wodurch die Feuchtigkeit zum größten Theile auf dieses übergeht. Es ist von Wichtigkeit, erstens, daß die gebrauchte Schwefelsäure vollkommen rein sei, dann aber, daß sie in einem geringen Ueberschuß vorhanden, damit nichts von dem Salze unzersetzt bleibe. Ist dieses nämlich der Fall, so wird die Farbe des Goldschwefels unschön, was auch stattfindet, wenn man die erforderliche Schwefelsäure nicht rasch, sondern langsam zusetzt, weil dann zersetzte Antheile mit unzersetzten in Berührung bleiben, aus welchem Grunde auch empfohlen wird, nicht die Schwefelsäure in die Salzlösung, sondern umgekehrt die Lösung in die verdünnte Schwefelsäure zu gießen. Damit man hierbei nicht in den einen oder den andern Fehler verfalle, sind die Verhältnisse sorgsam ermittelt worden. 10 Theile des Schlippe'schen Salzes werden in 60 Theilen destillirten Wassers aufgelöst, 3 Theile Schwefelsäure werden mit 100 Theilen Wasser versetzt und in diese so verdünnte Säure wird, nachdem sie vollständig erkaltet ist, die Auflösung des Salzes gegossen, natürlich unter fortwährendem Umrühren. Der Niederschlag wird behandelt, wie vorhin beschrieben, an der Luft oder auf heißen Steinen getrocknet und dann fein zerrieben. Der Goldschwefel ist ein leichtes, orangefarbenes Pulver von dunkler Schattirung. Er ist ein sehr wirksames und bei vielen Hautkrankheiten, ferner bei verdorbenen Säften, bei Verschleimung der Brust, bei hartnäckigem Husten mit gutem Erfolg anwendbares Mittel, muß aber, wie alle Antimonpräparate, nur in kleinen Gaben von einigen Gran gegeben werden.

Das Schlippe'sche Salz, das Natrium sulphantimoniatum, woraus der Goldschwefel gemacht wird, hat die bereits oben angeführte Zusammensetzung, $3NaS, SbS_5$ nebst $18HO$. Es besteht in 100 Theilen aus 24,10 Natriumsulfuret, 42,79 fünffach Schwefelantimon und 33,11 Wasser. Der Entdecker dieses Salzes, Schlippe, stellt dasselbe auf folgende Weise dar. Er schmilzt 8 Theile trocknes, schwefelsaures Natron mit 4 Theilen Schwefelantimon und 2 Theilen Kohle in einem bedeckten Tiegel, bis das schwefelsaure Natron vollständig reducirt ist. Die geschmolzene Masse wird hierauf unter Zusatz von 1 Theile Schwefel gekocht, bis der Schwefel aufgelöst ist. Man bringt nunmehr die Flüssigkeit, wenn es nöthig ist, durch Einkochen zur Krystallisation. Die Krystalle sind farblos oder schwach gelblich gefärbte Tetraëder, sind sehr groß, in Wasser sehr leicht, in Weingeist aber nicht auflöslich. Der Weingeist ist daher ein gutes Mittel, das Salz aus seiner Lösung zu fällen.

Kaliumsulphantimoniat, $3KaS, SbS_5$ nebst $9HO$, ist eine ganz ähnliche Verbindung, in welcher nur Kalium statt Natrium vorkommt. Man stellt dasselbe dar, indem man 11 Theile von sehr fein gepulvertem

dreifach Schwefelantimon (Antimonium crudum) mit 1 Theil Schwefel, 6 Theilen kohlensaurem Kali und 3 Theilen von gebranntem und gelöschtem Kalke, 2 Stunden lang mit Wasser kochen läßt. Auch ohne Kochen kann es bereitet werden, wenn die gedachten Substanzen in einer Flasche befindlich 24 Stunden lang stehen bleiben, wobei sie öfters zur Beförderung der Lösung geschüttelt werden müssen.

Die Lösung wird filtrirt und dann eingedampft, es setzen sich daraus gelbliche Krystalle an, welche die obige Zusammensetzung haben.

Auch mit Barium und mit Ammonium lassen sich gleich zusammengesetzte Salze bilden. Es ist immer das fünffache Schwefelantimon mit 3 Antheilen Schwefelbarium oder Schwefelammonium vereinigt.

Kalciumsulphantimoniat oder kalkhaltige Antimonleber oder spießglanzhaltiger Kalk oder Schwefelleber sind Bezeichnungen für ein ähnliches Präparat, welches, nach Angabe seines Entdeckers Hoffmann, dadurch bereitet wird, daß man 3 Theile Antimonium crudum mit 4 Theilen Schwefel und 16 Theilen sehr reinem Kalk (wozu man gewöhnlich gebrannte Austernschaalen nimmt) sorgfältig mengt und in einem gut bedeckten Tiegel bei mäßig starkem Feuer glüht. Nach dem Erkalten wird die oberste Lage des Inhalts abgehoben und das übrige in gut verschließbaren Gläsern aufbewahrt.

Dies Präparat ist ein gelbliches oder bräunliches Pulver von starkem Schwefellebergeschmack; es wird noch in einigen Apotheken geführt, ist aber sonst meistentheils daraus verschwunden.

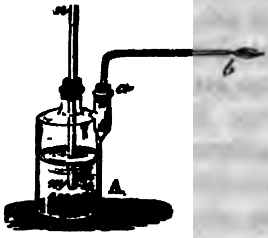
Phosphor mit Antimon giebt einen spröden Körper, welcher an der Luft mit grünlicher Flamme verbrennt; er wird dargestellt, wenn man Antimon, Phosphorsäure und Kohle zusammenschmilzt.

Verbindungen des Antimons mit dem Wasserstoff.

Wir haben oben bei der Ausmittelung von Arsenikvergiftungen bereits bemerkt, daß die Prüfung durch Wasserstoffgas eine große Behutsamkeit fordert, indem sich Antimonverbindungen mit dem Wasserstoff bilden, welche sich äußerlich den Arsenikverbindungen sehr ähnlich verhalten. Wenn man Zink mit verdünnter Schwefelsäure übergießt und dazu ein Antimonsalz setzt, aus welchem Zink das Antimon fällt, so entweicht Wasserstoffgas, wovon sich ein Theil im Augenblick der Erzeugung mit dem Antimon ver-

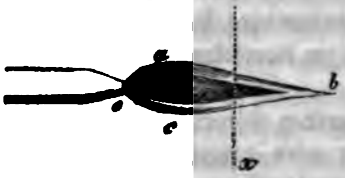
bindet. Hier ist nun zwar Antimonwasserstoffgas, aber es ist nicht rein, sondern es ist mit Wasserstoffgas gemengt. Um es frei von diesem letzten darzustellen, muß man eine Legirung von gleichen Theilen Zink und Antimon in verdünnter Schwefelsäure auflösen. Hier findet im Entstehungsaugenblicke sowohl des Antimons als des Wasserstoffes ein Zusammentreten der beiden Elemente zu Antimonwasserstoff statt.

Fig. 1188.



Macht man das Präparat in einer Gasentwickelungsflasche, wie wir dieselbe in Fig. 1188 sehen, so daß aus dem Rohre ab das Gas entweichen kann, während durch die Röhre mn die verdünnte Säure in die Flasche A gefüllt, dieselbe abgesperrt hält, so kann man an der gekrümmten Röhre das entweichende Gas anzünden. Es brennt mit grünlich weißer Flamme und setzt einen starken Rauch ab, welcher reines Antimonoxyd ist. Wenn man nun in diese Flamme eine Porzellanschaale hält, so entstehen darauf jene metallischen Antimonflecken, welche häufig mit Arsenikflecken verwechselt worden sind. Die Stelle, wo hinein man die Tasse hält, ist nicht gleichgültig.

Fig. 1189.



Die Figur 1189 zeigt uns eine äußere Umhüllung abc, welche einen dunkleren Theil ac umgiebt. In diesem Innern befindet sich das aus der Oeffnung o der Glasröhre strömende Gas unverändert, nur an der Außenseite brennt es, am lebhaftesten an der äußersten Begrenzung, wo die Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft am unmittelbarsten ist. Um so weniger lebhaft, je weiter nach innen die Flamme untersucht wird. Hier außen würde man bei Verbrennungsversuchen keine besonderen Entdeckungen machen, denn der Körper, welcher untersucht werden soll, ist bereits oxydirt, ist schon vollständig verbrannt, wenn man indessen die Tasse dahin hält, wo sich der punktirte Strich x befindet, so ist hier das unverbrannte Antimonwasserstoffgas (oder Arsenwasserstoffgas) zu gleicher Zeit vom verbrennenden umgeben und das Metall kann sich auf diese Weise an dem Porzellan niederschlagen, indessen das auflösende Wasserstoffgas verbrennend entweicht.

Leitet man solches Antimonwasserstoffgas durch eine glühend[illegible] röhre, so bildet sich innerhalb derselben ein solcher Antimonspi[illegible] beim Arsenik ein Arsenspiegel gebildet wird. Nehmen wir an[illegible] stehende Figur 1190 stelle unter abcd eine solche Glasröhre

welche man Antimonwasserstoffgas leitet, so wird darin sich das Antimon niederschlagen immer an denjenigen Stellen, welche durch die Erhitzung vermöge eines untergesetzten Kohlenfeuers oder einer Spirituslampe zu derjenigen Temperatur gekommen sind, in welcher das Antimonwasserstoffgas zersetzt werden kann. Ist die Temperatur nicht überall gleich und stellenweise nicht hoch genug, so wird an dieser Stelle auch kein Metallspiegel gebildet werden, wie zwischen b c angedeutet ist. Das Antimon ist übrigens so flüchtig als das Arsenmetall und wenn man daher die Röhre über eine Spiritusflamme hält, welche nur einen geringen Theil derselben erhitzt, so kann man, wie Figur 1191 zeigt, das niedergeschlagene Metall von der Stelle b c fort und nach irgend einer andern beliebigen vertreiben.

Fig. 1190.

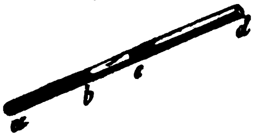


Fig. 1191.



Dieses Antimonwasserstoffgas wird übrigens auch von Flüssigkeiten, in denen Haloidsalze aufgelöst sind, wie Goldchlorid, Platinchlorid, Quecksilberchlorid, zersetzt.

Es giebt noch eine zweite Verbindung von Antimon und Wasserstoff, welche jedoch nicht gasförmig, sondern starr ist, allein die Erscheinung dieser Verbindung ist noch nicht genügend studirt worden. Das Journal für praktische Chemie hat eine Notiz, welche darauf bezüglich ist. „Wenn eine concentrirte Salmiaklösung durch eine hydroelektrische Batterie zerlegt wird, dadurch, daß man nur an den positiven Pol einen Platindraht, an den negativen aber ein Antimonstäbchen bringt, so gewahrt man am Antimon schwarze Flecken, welche sich unter lebhafter Gasentwickelung abscheiden. Man hält diese Flecken für Wasserstoffantimon im festen Zustande. Es zeigen sich fortwährend kleine Detonationen, welche um so stärker werden, je größer die entwickelten Gasblasen sind. Die Flamme derselben ist weiß und sehr glänzend und man muthmaßt daher, daß sie aus selbstentzündlichem Antimonwasserstoffgase bestehen."

Legirungen des Antimons mit anderen Metallen.

Das Antimon hat eine nicht geringfügige Wichtigkeit in der Technik erhalten, indem es dasjenige Metall ist, welches vorzugsweise das zu den Buchdruckerlettern angewendete Blei in denjenigen harten und zähen Zustand versetzt, in welchem es dem gewaltigen Drucke der Buchdruckerpresse mehrere hunderttausend Mal Widerstand zu leisten im Stande ist. Dieses sogenannte Hartblei kann auf zweierlei Weise gewonnen werden.

Das Blei in den Bleierzen, der sogenannte Bleiglanz, ist niemals rein. Es enthält immer ein viel werthvolleres Metall, nämlich Silber. Deswegen wird der Bleiglanz gewöhnlich auf dem sogenannten Treibherd so weit wie möglich in Bleioxyd verwandelt, um zu dem Silber zu gelangen, welches schließlich unoxydirt zurückbleibt. Das Oxyd, die sogenannte Glätte, wird entweder verkauft oder zu Blei reducirt, indem man den Sauerstoff verjagt. War das Blei sonst sehr rein, so giebt diese Operation weiches Blei, ist dagegen das Erz noch mit anderen oxydirbaren Metallen versetzt gewesen, z. B. mit Antimon, so wird dieses sich auch in der Glätte finden und wird aus derselben gleichzeitig mit dem Blei reducirt werden. Solches antimonhaltige Blei ist hart und kann sofort zum Letternguß verwendet werden.

Auf solche Weise erhaltenes hartes Blei kommt dem Fabrikanten nicht theurer zu stehen, als gewöhnliches Blei, aber es kann viel theurer verkauft werden, weil es zu Lettern brauchbar ist, was mit dem gewöhnlichen Blei keinesweges der Fall.

Soll aus diesem Hartblei gemacht werden, so muß man zu 4 Theilen desselben 1 Theil Antimonmetall setzen, man hat dann auch ein Hartblei, aber das beste, was man haben kann, in welchem eine genügende Menge von Antimon ist und eine gleichbleibende, nicht wechselnde, indessen [illegible]jenige Mischung, welche erhalten wird durch Reduktion antimonhaltiger Glätte nur sehr unbestimmte Mengen des härtenden Metalles, vor allem [illegible] nicht immer gleiche Mengen enthält.

Das Letternmetall wird übrigens häufig absichtlich schlecht genug gemacht, theils um es wohlfeiler beschaffen zu können, theils aber auch, damit [illegible] daraus geformten Lettern nicht lange halten sollen, der Drucker [illegible] genöthigt ist, bald wieder neue zu kaufen. Weniger als ⅕ Antimon [illegible] nicht nehmen, wenn das Metall dauerhaft sein soll, dann aber [illegible] Letternmetall allen Ansprüchen genügend.

[illegible] [illegible]länder mit Namen Johnson hat eine vortreffliche

Mischung zu Letternmetall erfunden, welche doppelt so lange hält, als die gedachte aus Blei und Antimon. Diese Legirung besteht nämlich aus etwas ganz neuem, noch nicht dagewesenen, aus Zinn und Antimon. Zwar hat man bei uns schon seit der Zeit, wo man Stereotypplatten gießt, das Zinn als Zusatz zu dem Letternmetall angewendet, das braucht aber natürlich der Engländer nicht zu wissen; der Vortheil der neuen Erfindung ist übrigens nicht sehr groß. 4 Pfund Blei kosten $\frac{1}{6}$ Thaler, 1 Pfund Antimon kostet $\frac{1}{3}$ Thaler. Wir haben mithin 5 Pfund für 1 Thaler. $3\frac{3}{4}$ Pfund Zinn kosten $1\frac{1}{4}$ Thaler, $1\frac{1}{4}$ Pfund Antimon kosten 25 Neugroschen. 5 Pfund dieses Metalles kosten also mehr als doppelt so viel, wie 5 Pfund von jenem ersten. Halten die Lettern, welche man daraus gießt, nun auch wirklich doppelt so lange, als die aus Schriftblei gegossenen, so ist doch kein Vortheil daraus ersichtlich, umgekehrt aber ist unzweifelhaft, daß Lettern, die 400,000 Mal gebraucht sind, stumpfer werden, als solche, die nur 200,000 Mal gebraucht sind. Der Buchdrucker, welcher schönen Druck liefern will, wird daher lieber zweimal neue Lettern nehmen, als einmal, wenn nicht sein Vortheil sehr dabei im Spiele ist.

Im Uebrigen hat man noch mancherlei Mittel, die Legirungen zum Schriftmetall härter und dauerhafter zu machen, so geschieht dieses z. B. durch einen Zusatz von Kupfer, welches mit Dauerhaftigkeit zugleich Zähigkeit verbindet und doch beträchtlich wohlfeiler ist, als die gedachte Zinnlegirung.

Die Stereotypplatten betreffend, so haben diese seit ihrer Erfindung durch Firmin Didot sehr mannigfaltige Veränderungen und Verbesserungen erfahren.

Es mochte wohl unter den Buchdruckern schon lange der Wunsch aufgetaucht sein, einmal zu einer Columne gesetzte Lettern in dieser Stellung erhalten zu können, ohne daß durch Verschiebung, Verrückung oder vielleicht sogar durch Muthwille, durch absichtliche Beschädigung, Buchstaben oder Zeichen entfernt, oder der Satz überhaupt in Unordnung gebracht werde. Hauptsächlich war dieses bei astronomischen, bei mathematischen Werken, bei Berechnungen von Hülfstafeln, welche einen dauernden Werth haben und unverändert immer von Neuem aufgelegt werden müssen, der Fall. Das Herauswerfen einer Zahl, eines Buchstabens konnte die mühsamste Korrektur für eine ganze Seite fordern, wenn man den Mangel bemerkte, konnte aber das ganze Buch unbrauchbar machen, wenn man ihn nicht bemerkte, denn was sind logarithmische Tafeln werth, wenn Druckfehler darinnen sind?

Ein andrer Vortheil war noch zu erzielen und zwar ein solcher, der nicht wenig in's Gewicht fiel. Von umfangreichen Werken, von denen sich

ein großer Absatz hoffen ließ, konnte man den Satz stehen lassen und nur je 1000 und dann wieder 1000 Exemplare drucken lassen, wie der Bedarf es forderte. Aber ein solcher Satz aus Typen wiegt viel und läuft daher sehr in's Geld. Konnte man sich diesen Satz in Form einer dünnen Metallplatte verschaffen, so war hier ein um so größerer Vortheil zu gewinnen, als nicht nur der fünfte oder sechste Theil des Metallwerthes darin stak, vergleichungsweise zu den Typen, sondern auch eine Verletzung des Satzes gleichzeitig unmöglich wurde.

Aus solchen Gründen waren schon früher Versuche gemacht worden; so hatte schon am Ende des 17. Jahrhunderts van der May stehende Schriften zu einer holländischen Bibel geliefert, also gleich von Hause aus ein Riesenunternehmen. Diese Stereotypplatten befanden sich noch vor Kurzem in Leyden im Privatbesitze eines Herrn Luchtmann.

Später, im Jahre 1731, hatte ein Goldschmidt zu Edinburgh Namens Ged stehende Platten zu einem Sallust geliefert. Noch später, im Jahre 1782, ward der Feldzug des jungen Kyros nach Asien gegen seinen Bruder Artaxerxes, welchen Xenophon in seiner Anabasis beschrieben hat, mit Stereotypen gedruckt. Aber alle diese Versuche, wie bedeutend sie auch waren, liefen doch keineswegs mit dem zusammen, was wir unter dem Namen der Stereotypplatten verstehen. Es waren nämlich nicht Abgüsse eines Typensatzes, sondern es waren die gesetzten Typen durch Schrauben aneinander befestigt (wie man dies noch jetzt mit den 8 Columnen eines Bogens macht), und die Typen waren dann auf der Rückseite durch Löthung mit einander verbunden.

Es ergiebt sich hieraus, daß eine Ersparniß an Material gar nicht erreicht worden war. Erst im Jahre 1794 gelang es Didot, wirkliche Platten für das Stereotypiren zu gießen. Er befestigte die Columne durch Klammern und Schrauben in einem eisernen Rahmen und klatschte die Schrift desselben in Blei ab. Hierdurch erhielt er einen vertieften Abdruck, welcher nunmehr angewendet wurde, um einen zweiten erhöhten Abdruck von der ersten vertieften Platte zu gewinnen. Es war hierbei von Wichtigkeit, daß das geschmolzene Metall in einer Form sowohl eine gewisse Dicke hatte, als eine bestimmte Temperatur, als auch eine vollkommen reine Oberfläche. Alles dieses konnte durch gewisse Handgriffe wohl erreicht werden, allein das vollkommene Gelingen war jederzeit ungewiß, ja nur die geringste Erhöhung der Temperatur über das genau bestimmte Maß hatte zur Folge, daß der Satz an die Platte anschmolz und sowohl der Abklatsch als auch die Patrize unbrauchbar war. nun einen Abklatsch, eine Matrize gewonnen, so wurde diese

nochmals wiederholt und nun gewann man die Patrize, mit welcher gedruckt werden konnte.

Das Verfahren war umständlich, und weil es nicht immer gelang, noch neben dieser Umständlichkeit oft ganz erfolglos. Dennoch sind die ersten von Didot durch Stereotypplatten gedruckten Sachen, namentlich Callet's Logarithmentafeln, auf diese Weise dargestellt.

Ziemlich gleichzeitig mit ihm machte ein anderer Buchdrucker in Paris Namens Herhan mit seinen beiden Gehülfen Erard und Remouard auf den Rath und unter Geldunterstützung von dem Grafen Schlabberndorf, Versuche in einer ganz andern Richtung. Er ließ sich Lettern von Kupfer machen, welche jedoch die Buchstaben nicht verkehrt trugen, wie sie sein müssen, wenn man ein Buch damit drucken will, sondern er ließ sie so machen, wie wir dieselben als fertige Schrift auf der gedruckten Seite sehen. Mit solchen Schriften gedruckt, mußte mithin alles verkehrt werden und dies war die Absicht. Nun brachte er aber noch eine zweite Verkehrtheit an. Er ließ nämlich die Buchstaben nicht erhöht vor den Kegel heraus und hervor stehen, sondern er ließ sie mittelst stählerner Stempel hineinschlagen. Seine Buchstaben waren also viereckige Stifte von Kupfer mit eingedrückten, nicht verkehrt stehenden Buchstaben. Eine hiermit gesetzte Columne erschien schwarz und die Buchstaben liefen in diesem schwarzen Flecke weiß und verkehrt, d. h. von der rechten zur linken, statt von der linken zur rechten Seite.

Meine Leser sehen wohl, worauf das ganze Verfahren hinausläuft. Es soll auch hiervon ein Abklatsch genommen werden, aber weil der Satz aus Kupfer besteht, so darf das angewendete Schriftmetall heißer, d. h. dünnflüssiger sein; es kann sich also besser in die feinsten Vertiefungen einsenken und es wird doch nicht mit dem Kupfer zusammenschmelzen, wie es leicht geschah, wenn die Matrize, auf die gewöhnliche Weise aus Lettern gebildet, selbst von Blei war.

Eine zweite aus dieser Methode hervorgehende Erleichterung der Arbeit bestand darin, daß man nur einen Abklatsch brauchte. Der Satz aus kupfernen Lettern gab schon die Matrize, der erste Guß aus derselben gab mithin erhöhte Lettern, d. h. die Patrize, und er gab die Lettern zugleich verkehrt, folglich war der Abdruck dieser verkehrten Lettern richtig stehend.

Gegen dieses Verfahren läßt sich gar nichts einwenden; es ist durchaus gescheut, geistreich möchte man sagen, und des Grafen Schlabberndorf vollkommen würdig. Allein es wird dadurch kostspielig, daß die Lettern von Kupfer sein müssen und daß sie eigentlich einen ganz neuen Industriezweig fordern. Die Schriftstecher können sich wohl darin finden, ihre

Stahlstempel auf die kupfernen Bodenstücke der Form für die Schriftgießer zu bringen, aber es wird ihnen unendlich schwer, dasselbe zu thun, wenn es sich um viereckige Kupferstifte handelt. Es ist bei allem, was handwerksmäßig betrieben wird, so. Wenn ein Drechsler für ein Meublesmagazin Urnen drechselt, die auf die Pfeiler von Servanten oder andern Schränken kommen sollen, und er liefert das Stück für einen Groschen, so wird er demjenigen, der ihm ähnliche, aber einfachere Urnen abverlangt, gewiß eine doppelt oder dreifach so große Rechnung machen, und so scheiterte auch dieses sonst sehr vernünftige Verfahren an der Lahmheit des Zunftgeistes.

Nichtsdestoweniger schritt das Stereotypiren fort und man pflegt jetzt alle diejenigen Werke, von denen große Auflagen erwartet werden, Gesangbücher, Schulbücher, Bibeln, Klassiker des In- und Auslandes, zu stereotypiren. Das zuletzt als das beste befolgte Verfahren schließt sich genau dem Didot'schen an. Nur die Materie, aus welcher die Matrize gemacht wird, ist eine andere. Der Satz wird so behandelt, wie zu jedem anderen Buch. Die fertige Columne wird in einen genau passenden eisernen Rahmen gebracht, welcher nicht so hoch als die Schrift, sondern nur so hoch als der Stift ist, auf welchem der Buchstabe steht. Um diesen Rahmen wird ein zweiter gelegt, welcher genau die richtige Schrifthöhe hat. Nunmehr kommt noch ein dritter von Holz oder von Pappe, welcher so hoch ist, als man glaubt, daß die Matrize dick werden müsse.

In den so gebildeten hohlen Raum und auf den Satz von Typen, der seinen Boden bildet, wird nun das Material gegossen, aus welchem man die Matrize haben will, und dieses Material ist Gyps. Derselbe wird mit Wasser und Alaun angerührt, das letztere, um ihn etwas härter zu machen, dann wird die Schrift sammt den Rahmstücken sehr zart mit Oel überstrichen und nun wird der flüssige Gyps hineingegossen, er bindet das überflüssige Wasser und erstarrt damit zu einer festen Masse, nach einer Stunde kann man ohne Gefahr den Guß von den Typen abnehmen und kann nun sogleich die Typen waschen und auseinander legen. Es wird natürlich eine zweite, eine zwanzigste und dreißigste Columne gesetzt und geformt werden, endlich aber, wenn alle Formen trocken sind, wird man zum Guß schreiten. Das Wasser muß übrigens wohl entfernt, durch Erwärmung der Gypsplatten verflüchtigt werden, dann bringt man das Stereotypmetall auf diese Platten. Man gießt es aber nicht darauf, sondern man bringt die Matrize in das Metall selbst hinein; sie wird in einen genau passenden eisernen Kasten gelegt, dessen Ränder gerade so über der Form hervorstehen, als man haben will, daß die Stereotype dick werden soll. Die Platte mit sammt dem Kasten wird nun

einer dazu geeigneten Vorrichtung in die geschmolzene Metallmasse gesenkt und darin 8 bis 10 Minuten gelassen, worauf man sie horizontal heraushebt und nun erstarren läßt.

Von der Gypsform abgehoben, wird die obere Fläche, d. h. diejenige, welche kein Schriftzeichen trägt, mit Metallhobeln grade gerichtet und dann auf ein Brett von hartem Holz und von derjenigen Höhe, welche erforderlich ist, um einen gleichmäßigen Druck unter der Presse zu liefern, befestigt.

Ein neues Verfahren ist von dem Buchhändler Friedländer in Berlin erfunden worden, dasselbe gehört eigentlich nicht hierher, denn es handelt sich dabei gar nicht um Antimon oder ein anderes Metall, wie bei dem gewöhnlichen Stereotypenguß, auch behandeln die Erfinder es als ein Geheimniß, aber es ist interessant zu erfahren, daß die Stereotypplatten von einer Steinmasse sind, welche gegossen werden kann, gleich dem Gyps, eine ungemeine Härte hat und dennoch eine solche Zähigkeit, daß der Verfasser seine ganze Kraft anwenden mußte, um eine solche Platte mit beiden Händen zu zerbrechen, wobei er die Mitte der Platte auf eine Widerstand leistende Tischplatte legte. Einem solchen Druck würde auch die allerbeste von Schriftmetall gegossene nicht widerstanden haben.

Das Antimon wird jedoch nicht allein zum Schriftmetall verwendet, sondern auch noch zu einer großen Menge anderer Legirungen.

So bedient man sich des Kupfers unter Zusatz von Antimon zu den Zapfenlagern für Lokomotiven, eine der berühmtesten dieser Art besteht aus 8 Theilen Antimon, 4 Theilen Kupfer und 6 Theilen Zinn. Nimmt man 10 oder 11 Theile Zinn und 1 Theil Antimon, so erhält man eine silberweiße Legirung von einer genügenden Härte, um sie für Silber selbst auszugeben, auch werden daraus Löffel, Leuchter ꝛc. gegossen und es bedarf der chemischen Untersuchung, um hinter die Schelmerei zu kommen. Da diese Verbindung bei weitem schöner ist, als die von Nickel und Kupfer zu Neusilber; da sie noch überdies wohlfeiler ist, so ist schwer einzusehen, wie sie hat von dem Neusilber verdrängt werden können. Auch 10 Theile Zinn, 1 Theil Antimon und ein geringer Zusatz von Wismuth und Kupfer liefern eine silberähnliche Legirung. Ein weißes Zapfenlagermetall wird in England häufig angewendet. Dasselbe besteht aus 19 Theilen Kupfer, 26 Theilen Antimon und 118 Theilen Zinn. Die wohl geschmolzene Legirung wird in dünne Platten gegossen, dann nochmals geschmolzen und mit gleichen Theilen Zinn gewissermaßen verdünnt.

Eine sehr zusammengesetzte Legirung wurde in England als Letternmetall patentirt. Der Erfinder heißt Besley und sagt, das gewöhnliche Letternmetall sei erstens nicht fest genug, zweitens verdampfe während des Gießens der Lettern viel von dem Antimon, wodurch die Lettern ungleich-

förmig werden. Um diesen Uebelständen zu begegnen, verwendet Besley auf 100 Theile weichen Bleies 30 Theile Antimon, 20 Theile Zinn, 8 Theile Nickel, 8 Theile Kupfer, 5 Theile Kobalt und 2 Theile Wismuth. Er schmilzt zuerst das Kupfer mit dem Nickel und Kobalt zusammen, eine Angabe, welche übrigens schwer verständlich ist, da Kobalt nicht so leicht schmelzbar und nicht so leicht vereinbar ist mit den anderen Metallen und in der Glühhitze sich mit dem Sauerstoff verbindet. Zu dieser Vereinigung setzt er nun das Wismuth, dann wird Blei, Zinn und Antimon gleichfalls besonders geschmolzen und nun werden die beiden Legirungen, die letztgenannte von den drei Metallen und die erstgenannte von den vier andern zusammengegossen und mit einander verrührt. Nickel ertheilt dieser Legirung große Härte, Kupfer macht sie zähe und leitet eine innigere Verbindung mit den andern Metallen ein.

Ein Uebelstand, dem die Stereotypplatten sämmtlich unterliegen, ist die Zerstörung durch Oxydation, wodurch feine Züge sehr bald verwischt, aber selbst die gröberen nach und nach unkenntlich gemacht und also die Platten unbrauchbar werden. Das Einfetten mit Oel hat den gewünschten Schutz nicht geliefert, weil selbst das beste Oel ranzig wird, da ist denn der Gedanke, Glycerin aus den Fabriken für Stearinkerzen zur Einfettung anzuwenden, ein sehr glücklicher zu nennen. Dies Glycerin nämlich hat einen ganz indifferenten Charakter und wirkt gar nicht auf das Metall, daneben hat es aber die unschätzbare Eigenschaft, daß es durchaus nicht trocknet, seine Flüssigkeit nicht verliert und folglich die Züge der Lettern nicht verschmiert, nicht verstopft und sich, sobald man die Stereotypplatten brauchen will, durch Waschen mit Seife auf die leichteste Weise entfernen läßt.

Eine sehr merkwürdige Legirung ist die aus 70 Theilen Antimon und 30 Theilen Eisenfeile zusammengesetzte. Es bedarf der Weißglühhitze, um sie zu schmelzen. Nun ausgegossen, erhält man einen Metallklumpen von solcher Härte, daß er beim Abfeilen Funken sprüht.

Kalium und Natrium lassen sich mit dem Antimon legiren, indem man Antimon unter Zusatz von kohlensaurem Kali und Kohle schmilzt. Die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff und das Antimon mit dem Alkalimetall. Ist der Gehalt dieses letztern groß, was man ganz in seiner Gewalt hat, so haben diese Legirungen die Eigenschaft, sich an der Luft zu entzünden, wenn man sie fein vertheilt derselben aussetzt. Ohne diese Zertheilung zerfallen sie doch nach und nach, indem sich das Kalium mit dem Sauerstoff der Luft verbindet und das Antimon befreit. Benetzung Wasser bewerkstelligt dieses Zerfallen noch schneller.

Unter dem Namen Eisenschwarz kommt im Handel eine Mi[illegible]

vor, eine pulverförmige Metallfarbe, welche benutzt wird, um Figuren von Gyps oder Papiermaché damit zu überziehen. Dieselben bekommen das Ansehen von geschliffenem, blankem Stahl. Das Pulver besteht aus nichts weiter, als aus äußerst fein zertheiltem Antimon, welches man dadurch erhält, daß man dasselbe auflöst und aus dieser Lösung durch hineingebrachtes Zink niederschlägt.

Wenn man organische Antimonverbindungen darstellen will, so gelingt dieses am besten dadurch, daß man ein inniges Gemenge von 5 Theilen rohem Weinstein mit 4 Theilen Antimon zusammenschmilzt, bis die Masse glüht. Man läßt sie dann sehr langsam erkalten und erhält ein vollkommen krystallisirtes Antimonmetall, welches aber durch Wasser unter heftiger Entwickelung von Wasserstoffgas zersetzt wird. An der Luft zersetzt sich dieser Regulus nur langsam, wenn er aber gepulvert der Luft ausgesetzt wird, so geschieht es so schnell, daß er sich dabei entzündet. Es geschieht sogar schon beim Reiben, was aber dadurch verhindert werden kann, daß man dem zu reibenden Metalle 2 bis 3 Theile Quarzsand zusetzt.

Analytische Bestimmung des Antimons.

Um den Prozentgehalt des Antimons in einem Mineral zu bestimmen, hat man mehrere Wege, und sie müssen um so verschiedener sein, als die Mineralien selbst so verschiedener Art sind.

Man kann das Antimon weder in der Gestalt eines Oxydes noch in der einer Säure aus seinen Auflösungen fällen, weil man niemals von der vollkommenen Reinheit des Körpers überzeugt sein kann. Wenn Antimon in Auflösungen befindlich ist, so schlägt man dasselbe durch Schwefelwasserstoffgas nieder, nachdem man der Lösung so viel Chlorwasserstoffsäure zugesetzt hat, daß sich die Flüssigkeit nicht durch einen neuen Zusatz von Wasser trübt. Man kann auch Weinsteinsäure anwenden, wenn dieselbe kein Hinderniß in der Bestimmung derjenigen Substanzen abgiebt, welche nach dem Niederschlag in der Auflösung zurückbleiben.

Man sättigt die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffgas, d. h. man leitet davon so viel in die Flüssigkeit, bis dasselbe nicht mehr absorbirt wird, sondern unverändert durch dieselbe hindurchstreicht. Nachdem dieses erlangt ist, läßt man die so gesättigte Lösung mehrere Stunden in einer nur leicht bedeckten Flasche bei mäßig erhöhter Temperatur stehen, damit der

größte Theil des Schwefelwasserstoffgases, welches nicht chemisch gebunden worden ist, sich wieder verflüchtigen könne. Es wird dabei sich ein Niederschlag bilden, der aus Schwefelantimon besteht und den man auf einem Filtrum sammelt, auswäscht und dann auf dem Filtrum selbst bei der Temperatur des siedenden Wassers trocknen läßt.

Man wägt nunmehr das Filtrum mit dem darauf befindlichen trockenen Niederschlage, löst den Niederschlag so sorgfältig wie möglich von dem Papiere und bringt ihn in eine Flasche, welche vollkommen trocken ist. Wenn man nunmehr nochmals das leer gewordene Filtrirpapier auf das Genaueste wägt, so findet man durch den Abzug der beiden Gewichte von einander, wie viel das Schwefelantimon, welches man von dem Papier getrennt hat, wiegt. Es bleibt immer eine sehr kleine Menge des Schwefelmetalles in den Poren des Filtrums. Man kann sich davon auch noch Rechenschaft geben, wenn man das Papier in einem Platinkesselchen mit gut schließendem Deckel durch Glühen desselben verbrennt, was nunmehr darin zurückbleibt, betrachtet man als Antimonoxyd, welches in gleichem Gewichte ist mit dem verlorenen Schwefelantimon. Durch Addition dieser beiden Theile erhält man nun auf das Allergenaueste das Gesammtgewicht des wirklich niedergeschlagenen Antimons.

Auf das in der Flasche gesammelte Schwefelantimon gießt man nunmehr stark erwärmtes Königswasser; dadurch wird das Antimon in ein Hyperchlorür verwandelt, während der Schwefel in Schwefelsäure übergeht; um die Oxydation des Schwefels zu beschleunigen, kann man kleine Quantitäten von Chlornatrium zusetzen. (Weniger gelehrt heißt dieses Kochsalz.)

Man gießt nunmehr zu der Flüssigkeit destillirtes Wasser, um sie reichlich zu verdünnen, und dann bringt man Chlorbarium dazu, wodurch sich schwefelsaurer Baryt niederschlägt, den man sammelt, trocknet und genau wiegt. Wenn man von dem Gewichte des Schwefelantimons das Gewicht des Schwefels abzieht, welcher in dem schwefelsauren Baryt enthalten ist, so hat man hierdurch vollkommen genau das Gewicht des metallischen Antimons.

Man kann auch das Schwefelantimon in einem Strom von Wasserstoffgas erhitzen. Zu diesem Behuf wendet man eine gewöhnliche Gasentbindungsflasche an, wie wir sie in der nachstehenden Figur 1192 sehen. Es ist zwar gut, wenn das entwickelte Gas aus der Seitenröhre zuerst in eine Waschflasche geführt wird, wie wir dieses schon öfter gesehen haben, doch wird auch bei nicht zu stürmischer Entwickelung die gewöhnliche Art der Bereitung genügen.

Man bringt nunmehr an das Gasentwickelungsrohr, wie wir

öfter gezeigt haben, eine Röhre mit Chlorcalcium, um das Wasserstoffgas zu trocknen; an das Ende dieser Röhre aber befestigt man eine Kugelröhre a b, welche in der Mitte zu einer Kugel A ausgeblasen ist. In diesen kleinen Behälter bringt man das Schwefelantimon, bringt eine Lampe darunter, so daß eine Erhitzung bis zum gelinden Glühen stattfindet, und überläßt alsdann den Apparat und den Lauf der Operation sich selbst, bei deren

Fig. 1192.



Fortschreiten man wahrnehmen kann, ob die in die Kugel gebrachte Verbindung das gewöhnliche Schwefelantimon (das dreifache) oder ob sie fünffach Schwefelantimon war. Im ersten Falle wird aus dem Ende der Röhre b Schwefelwasserstoffgas entweichen, im andern Falle aber wird in dieser Röhre sich sublimirter Schwefel ansetzen.

Es versteht sich, daß bei allen diesen Versuchen das Gefäß für den Schwefelantimon und dieses Präparat selbst auf das Allergenaueste gewogen und nach der Operation abermals gewogen werden muß. Es scheint dies eigentlich alles überflüssig, denn falls man nur überhaupt aus der Auflösung, womit die Untersuchung beginnt, einen Niederschlag von Schwefelantimon erhält, so muß ja die Bestimmung desselben durch das Gewicht, ohne alle weitere Umstände, zur Bestimmung des Antimons selbst führen. Dieses **scheint** jedoch nur, es **ist** nicht so, man kann nämlich niemals wissen, welch' eine Schwefelverbindung man hat, ob dreifach oder fünffach Schwefelantimon, oder ob ein Gemenge von beiden. Deshalb ist eine Reduktion des Metalles durchaus nothwendig.

Um die Menge des Antimons in einer gegebenen Legirung zu bestimmen und zu wissen, wie viel davon in einem zu untersuchenden Metallpröbchen enthalten ist, stützt man sich auf die Unlöslichkeit der Antimonsäure in der Salpetersäure, ferner auf das Ausscheiden des Antimons durch Schwefelwasserstoffgas in der Form von Schwefelantimon und auf die Auflöslichkeit dieser Schwefelungsstufen des Antimons in den alkalischen Schwefelverbindungen, allein da die Antimonsäure nicht vollständig unauflöslich in der Salpetersäure ist, so befindet man sich in der Nothwendigkeit, jederzeit beide Methoden anzuwenden, um aus der angewendeten Salpetersäure auch noch die geringen Spuren auffinden zu können, welche etwa darin gelöst sein möchten.

Eine Legirung mit Zinn kann durch ein solches Verfahren nicht ge-

schieden werden; für dieses Metallgemisch hat H. Rose eine sehr sichere Methode erfunden. Man löst dasselbe in Salpetersäure auf, was unter heftiger Gasentwickelung geschieht. Hierdurch erhält man sowohl oxydirtes Zinn, als oxydirtes Antimon in innigster Mischung. Die Flüssigkeit wird nunmehr bei gelinder Wärme bis zur Trockenheit abgedampft. Der trockene Rückstand wird in einem silbernen Tiegel über einer Spirituslampe mit Natron geschmolzen. Diese Masse wird in Wasser unter Wärme aufgelöst und nachher ruhig stehen gelassen, worauf sich ein Niederschlag bildet, der aus antimonsaurem Natron besteht. Die Flüssigkeit wird sorgsam abgelassen und der Niederschlag wird mit destillirtem Wasser behandelt, nach nochmaligem Absetzen auf ein Filtrum gebracht und darauf mit Wasser ausgesüßt.

Auf diese Weise wird das antimonsaure Natron in fester Substanz und das zinnsaure Natron in Auflösung erhalten.

Das feste antimonsaure Salz wird mit Weinsteinsäure und Salzsäure gelöst, filtrirt und das Filtrum wird mit den gedachten beiden verdünnten Säuren gewaschen, um auch diejenigen Spuren zu gewinnen, die am Papier hängen geblieben sein könnten.

Man läßt nunmehr Schwefelwasserstoffgas durch die Flüssigkeit streichen, bis alles Antimon in die orangefarbene Schwefelungsstufe verwandelt ist und die Flüssigkeit durchdringend nach Schwefelwasserstoffgas riecht, was ein Zeichen ihrer Sättigung ist.

Man läßt dieses Präparat in einem Becherglase bei mäßiger Wärme in einem Sandbade stehen, bis das überflüssige Schwefelwasserstoffgas vertrieben ist. Hierauf bildet sich ein Niederschlag von Schwefelantimon, der auf die bisher beschriebene Weise untersucht und näher bestimmt wird.

Um das Antimon von den Metallen der Alkalien, der alkalischen und anderen Erden zu trennen, bringt man zu ihrer Lösung Chlorwasserstoffsäure und läßt dann Schwefelwasserstoffgas durch die Flüssigkeit streichen; wenn das Antimon größtentheils gefällt ist, verdünnt man die Flüssigkeit reichlich mit Wasser, weil das Schwefelantimon in der Salzsäure, wenn auch in geringem Maße, löslich ist, was man nicht findet, wenn dieselbe sehr verdünnt angewendet wird, man läßt darauf von neuem Schwefelwasserstoffgas durch die Flüssigkeit streichen und scheidet so auch die letzten Spuren daraus. Auf die gewöhnliche Weise durch das Filtrum geschieden, verfährt man nunmehr mit dem Schwefelantimon so, wie früher gelehrt worden. Ganz ebenso verfährt man bei der Scheidung desselben von Eisen, von Mangan, von Chrom, von Kobalt, Nickel oder Zink. Manche Chemiker wenden auch Weinsteinsäure an, aber in diesem Falle können die alle niemals vollständig ausgeschieden werden, weil die auflösende Kraft

der Weinsteinsäure sich der Absonderung widersetzt. In diesem Falle muß irgend ein Alkali, vor allem andern und am besten Ammoniak zugesetzt werden. Nach vollständiger Neutralisation erfolgt dann die Abscheidung durch Schwefelwasserstoffgas.

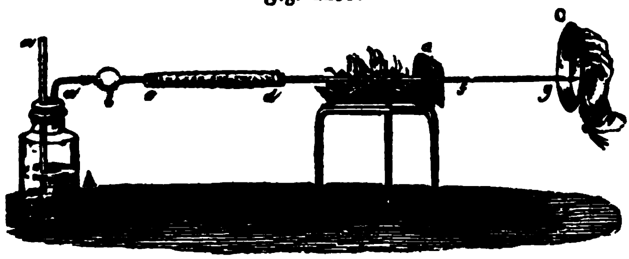
Ausmittelung des Antimons in Vergiftungsfällen.

Die mehrsten Antimonverbindungen sind eigentlich giftiger Natur und man kann durch Brechweinstein eben so gut den Tod herbeiführen, wie durch Arsenik. Es muß demnach in dem thierischen Körper oder in den Speisen, die man ihm beigebracht, dieses Gift nachgewiesen werden können wie es mit jedem andern geschehen muß.

Die zu untersuchenden Substanzen welche entweder Speisen oder Stoffe aus dem Magen oder den Gedärmen oder selbst Theile des vergifteten Körpers sein können, werden zerkleinert, mit Wasser verdünnt und mit reiner Chlorwasserstoffsäure versetzt.

Nachdem man diese Mengung oder Mischung langsam erwärmt und dann zum Kochen gebracht hat, setzt man auf 100 Theile der behandelten Substanz 20 Theile salzsaures Kali, filtrirt die Flüssigkeit noch kochend und concentrirt sie durch ferneres Verkochen. Die Flüssigkeit wird nunmehr in einen solchen Apparat gebracht, wie man sich desselben zur Untersuchung der Arsenikvergiftungen bedient. Der Vorgang und die ganze

Fig. 1193.



Arbeit ist jener gleich. In einer Röhre c d befindet sich Chlorcalcium, in einer Flasche A sind die Materialien zur Entwickelung von Wasserstoffgas. Eine reine Glasröhre d f g ist durch Kautschukverschluß mit der Chlorcalciumröhre vereinigt, sie wird durch ein untergesetztes Kohlenbecken oder durch eine breite Spiritusflamme auf ihrer ersten Hälfte bis zum Glühen

erhitzt. Die zweite Hälfte fg wird durch einen Blechschirm e an der Erhitzung gehindert.

Sobald alles bis hierher vorbereitet ist, gießt man die vorher besprochene Flüssigkeit, in welcher man Antimon vermuthet, in die Flasche A zu den Materialien, aus denen sich Wasserstoffgas entwickelt.

Ist Antimon vorhanden, so verbindet sich dieses sofort im Entstehungsaugenblicke mit dem Wasserstoffgase und geht als Antimonwasserstoffgas durch die Röhrenleitung. Es wird bei b von dem mitgerissenen Wasser und den Säuren, es wird ferner in der Chlorcalciumröhre auch vom Wasserdampfe befreit und kommt nunmehr trocken in die Glühröhre. Hier wird es zersetzt und wenn Antimon vorhanden war, bildet dasselbe zwischen f und g einen metallischen Spiegel in der Röhre. Wenn man ferner den Dreifuß mit den Kohlen fortnimmt, das Wasserstoffgas bei g ausströmen läßt und daselbst anzündet, so wird auf einer in die Flamme gehaltenen Tasse von Porzellan sich alsbald ein glänzender, dunkler, metallischer Flecken zeigen.

Wir haben bereits in dem vorigen bei der Arsenikvergiftung angeführt, auf welche Weise sich der Antimonspiegel von dem Arsenspiegel unterscheidet, und müssen hierauf zurückweisen.

Es giebt auch noch eine andere Art, das Antimon nachzuweisen, ohne den oben angeführten Apparat. Man bereitet alles in derselben Art, wie es bisher geschehen, und concentrirt die Flüssigkeit, wie wir gleichfalls beschrieben haben, dann stellt man ein Stäbchen reinen Zinnes in die filtrirte Flüssigkeit. Das Antimon schlägt sich auf dem Zinn mit schwärzlicher Farbe nieder. Da dieses jedoch auch von anderen Ursachen herrühren kann, so ist jedenfalls die vorhin gedachte Methode die sicherere.

Wismuth.

Bismuthum, daher das chemische Zeichen Bi. Es hieß in älteren Zeiten auch Marcasit und ist schon ziemlich früh bekannt gewesen, denn die alten Goldmacher gedenken seiner, wiewohl das Wort Marcasit für verschiedene glänzende Mineralien gebraucht wurde. Der berühmte Paracelsus bedient sich schon des Namens Wisemut oder Wisemat, dann später

wurde es Bisemuthum oder Bismuthum genannt, aber noch häufig mit dem Antimon verwechselt.

Es ist ein, keineswegs häufig vorkommendes Metall und würde wahrscheinlich einen noch viel bedeutenderen Preis haben, wenn es eine allgemeinere Brauchbarkeit hätte. Das Metall findet sich meistens gediegen in den metallführenden Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges, es kommt jedoch auch als Oxyd im Wismuthocker, als Schwefelmetall im Wismuthglanz vor, erscheint außerdem auch noch mit Kupfer und Blei verbunden oder mit Tellur, jedoch nur selten.

Das im Handel vorkommende ist meistens unrein, es erscheint in einer hellgrauen Farbe, welche jedoch eine deutlich ausgesprochene röthliche Schattirung hat, und wenn man zweifelhaft darüber ist, so darf man ein Stück solchen Metalles nur neben ein Stück Zink halten oder neben Antimon, so wird man alsbald die röthliche Farbe herausfinden.

Auf dem Bruch zeigt das Metall sich krystallinisch in ziemlich großen, breiten Flächen, ähnlich denen des Spiegeleisens, nur größer und viel schärfer ausgedrückt; wenn es geschmolzen wird, in einem Tiegel stehen bleibt, bis sich oben eine Kruste bildet, und man diese durchbricht, um das noch flüssige Metall auslaufen zu lassen, so zeigt sich die Krystallform dieses Metalles besonders schön. Das specifische Gewicht desselben beträgt 9,8 bis 9,9. Das erstere geben die französischen, das letztere die deutschen Chemiker an.

Um das Metall aus seinen Erzen zu gewinnen, pflegt man dasselbe auszusaigern, ungefähr wie es mit den Erzen des Antimons geschieht; dennoch würde der Bergmann behaupten, das sei vollständig unwahr, wenn man ihn über diese Mittheilung um sein Urtheil früge, und er hat auch ganz Recht, denn beim Antimon stehen die Röhren, welche das Erz aufnehmen, senkrecht über den Formen zur Aufnahme des Metalles, beim Saigern des Wismuths dagegen liegen die Röhren schräg und die Kapseln zur Aufnahme des Metalles stehen davor.

Die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1194 zeigt die Aehnlichkeit sowohl als die Verschiedenheit dieser Anordnung. In einem Ofen mit Rostfeuerung befinden sich schräg liegende Röhren gewöhnlich von Gußeisen oder auch von starkem Eisenblech, in welche durch die Oeffnung d das Erz aus einem unter denselben befindlichen Behälter mittelst halbrunder Schaufeln geschüttet wird. Wie diese Röhre b d, so liegen sehr viele in einem Ofen und sie werden sämmtlich gemeinschaftlich erhitzt. In der Decke des Ofens sind mehrere Oeffnungen, sogenannte Füchse, dasselbe findet an den Seiten statt. Der Zweck dieser Oeffnungen ist, das Feuer nach allen Richtungen hin zu lenken. An den niedriger gelegenen Punkten der Röh-

ren, den kleinen Gefäßen von Thon, welche bestimmt sind, das ausgesaigerte Metall aufzunehmen, werden dieselben so oft gewechselt als sie sich füllen. Wie die Figur 1194 zeigt, sind die Röhren auf der einen Seite b geschlossen bis auf kleine Oeffnungen, durch welche das Metall in die Kapseln fließen kann. Diese stehen auf einer besonderen Feuerung k, welche zum Zweck hat, die Kapseln zu erhitzen, so daß das geschmolzene Metall flüssig bleibt und mittelst eiserner Löffel aus den Kapseln geschöpft und in Formen gegossen werden kann.

Fig. 1194.



Wenn das Erz kein Metall mehr hergiebt, wenn es abgesaigert worden, so wird das übrig bleibende Erz mittelst derselben halbrunden Schaufel aus den Röhren gezogen und sie werden von Neuem gefüllt.

Das obere Ende der Röhre d ist durch Schieber geschlossen, welche während des Saigerprozesses geschlossen erhalten werden und welche man nur öffnet, wenn die Beschickung der Röhre gewechselt wird.

In dem sächsischen Erzgebirge ist das Wismuth sehr häufig mit Kobalterzen verbunden oder es kommt gediegen in die Kobalterze eingesprengt vor. In einem wie in dem andern Falle sind die abgesaigerten Erze keineswegs werthlos, sie kommen nämlich auf die Blaufarbewerke und werden dort zur Smaltefabrikation benutzt. Hier sammelt sich nun beim Schmelzen der Smalte Kobaltmetall in den unteren dazu leergehaltenen Räumen des Ofens, und dieses wird wiederum als ein eigenes Metall zu solchen Zwecken verwendet, wie die Erfahrung den Arbeitern gelehrt hat.

Das im Handel vorkommende Wismuth ist niemals rein, es enthält kleine Mengen von Eisen, Arsen, Kobalt &c., von denen es durch wiederholtes Schmelzen mit Salpeter befreit werden kann; vollkommen reines Metall wird jedoch auf gar keine Weise zu erhalten sein, wenn man es nicht durch Reduktion eines Oxydes gewinnen will, eine Operation, welche ungewöhnliche Mühe fordert und mithin nur angewendet werden kann, wenn sich's um Darstellung des reinen Metalles Behufs der Vorträge über Chemie handelt.

Das käufliche Wismuth ist so spröde, daß es sich im Stahlmörser oder im Achatmörser leicht zu Pulver zerreiben läßt. Ist das Wismu[th] vollkommen rein, so ist es keineswegs spröde, es läßt sich sogar ein we[nig] hämmer[n]

Der Schmelzpunkt des Wismuths ist 264 Grad C. Es ist demnach leichter schmelzbar als Blei. Beim Erstarren dehnt es sich gleich dem Wasser in dem nämlichen Falle beträchtlich aus, was eben davon herrührt, daß es große Krystalle bildet.

Wir haben bereits oben angeführt, wie man diese Krystalle erhalten könne, doch dürfen mancherlei Handgriffe dabei nicht übersehen werden, weil es nicht rein ist. Das käufliche Metall muß durch Oxydation erst möglichst gereinigt werden. Dies geschieht dadurch, daß man es mehrere Stunden lang unter häufigem Umrühren und unter Zusatz von etwas Salpeter geschmolzen erhält, bis eine aus dem Tiegel genommene Probe nicht mehr roth oder blau anläuft, sondern sich gelb zeigt, was ein Beweis ist, daß die fremden Metalle nunmehr oxydirt worden sind. Jetzt wird die Oberfläche in dem Schmelztiegel sorgfältig gereinigt, mit Kohlenpulver gedeckt und der Erkältung überlassen. Wenn sich nun eine Kruste gebildet hat, so stößt man dieselbe ein und gießt das noch flüssige Metall aus.

Die Höhlung ist mit sehr schönen Krystallen angefüllt, Rhomboëdern von so wenig spitzen Winkeln, daß man dieselben früher für Würfel hielt.

An der Luft läuft gefeiltes oder krystallisirtes Wismuthmetall nicht an, es wird nicht oxydirt, in der Glühhitze aber verbrennt es mit bläulicher Farbe zu braungelbem Wismuthoxyd.

Für die Lichterscheinungen der Elektricität ist dieses Metall darum von Interesse, weil es beim Verbrennen eine so entschiedene Färbung zeigt. Man pflegt dadurch und durch einige andere ähnliche Metalle zu beweisen, daß die Farbe der elektrischen Funken von verbrannten Metalltheilen herrühre. Wenn man eine große Glasscheibe, doch nicht von weißem belgischen, sondern von gewöhnlichem grünen Fensterglase auf einer Seite mit Staniol beklebt und nur einen 2 Zoll breiten Rand freiläßt, die andere Seite der Glastafel aber in vier Abschnitten mit gefeiltem Wismuth, gefeiltem Antimon, dünn geschlagenem Zink und ebenso dünn geschlagenem Kupfer (Blattsilber und Blattgold) bedeckt, indem man schnell trocknenden Firniß auf die Fläche streicht, auf welche man die Metalle von einander gesondert und scharf begrenzt aufstreut, so hat man eine Vorrichtung, welche Blitztafel genannt wird, welche aber in dieser Anordnung den Vortheil darbietet, zu zeigen, daß verschiedene Metalle mit verschiedenen Farben verbrennen. Die elektrischen Funken zeigen sich auf dem Antimon roth, auf dem Wismuth blau, auf dem Zink weiß und auf dem Kupfer grün.

Die Anwendung des Wismuthmetalles würde ziemlich beschränkt sein, wenn man es nicht zu mancherlei Legirungen benutzte. Es vereinigt sich leicht mit Zinn, Blei, Silber und Quecksilber und mehreren anderen Metallen, wobei es Verbindungen erzeugt, welche dichter sind, als die ein-

zelnen Metalle, eine Eigenschaft übrigens, welche keineswegs dem Wismuth allein zukommt, wir wissen bereits, daß jenes außerordentlich dichte, feste und zähe Metallgemisch, welches man Kanonengut oder Rothguß nennt, aus dem sehr weichen Kupfer und dem noch weicheren Zinn besteht. Für die Legirung mit Blei, wenn beide Metalle zu gleichen Theilen angewendet werden, ist bemerkenswerth, daß sie sich durch ihr äußeres Ansehen vom Wismuth gar nicht unterscheidet, glänzend aussieht, wie das Wismuth, dieselbe Farbe besitzt und auf dem Bruch auch ein blättriges krystallinisches Gefüge zeigt. Wie das Zinn gar keinen Ton hat und doch dem Kupfer, welches auch nur äußerst wenig Ton hat, eine solche Elasticität giebt, daß man davon Glocken gießt, so ist es auch mit dem Wismuth. Wenn man zu dem gewöhnlichen Glockengut noch Wismuth fügt, so wird der Ton heller und höher. Eine Legirung von Wismuth, Zinn und Blei soll schon von Newton als leicht schmelzbares Metall angegeben worden sein. Man kennt die Verhältnisse nicht genau, nach des längst verstorbenen Rose, des Vaters unserer berühmten Chemiker und Mineralogen, Angabe ist die beste Mischung, welche man nach ihm auch Rose'sches Metallgemisch genannt hat, die aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theile Blei und 1 Theile Zinn. Diese Legirung schmilzt schon bei 94 Grad C., also in Wasser, welches noch nicht siedet. Es ist diejenige, deren sich in früheren Zeiten die sogenannten „unverbrennlichen Spanier" bedienten, um zu zeigen, daß sie siedendes Oel trinken könnten. Das Oel wird erst bei mehreren hundert Graden siedend und kein Mensch ist im Stande, eigentlich siedendes Wasser, welches doch nur 100 Grad Wärme hat, zu trinken. Jene unverbrennlichen Spanier, welche mit den bloßen Füßen auf glühend gemachten Pflugschaaren einhergingen und glühendes Eisen auf den Händen trugen, tranken auch siedendes Oel. Das Gewerbe ist längst aus der Mode gekommen, aber der Verfasser hat noch den letzten dieser Heroen in den dreißiger Jahren gesehen. Er betrog die Leute ziemlich gröblich, indem er mit elastischem Gummi angeklebte Sohlen unter seinen Füßen hatte und indem er einen mit Zinnober roth angestrichenen Eisenstab auf seine Hände nahm, aber das heiße Oel, in welchem ein zinnerner Löffel schmolz, wurde wirklich getrunken. Der Löffel war nämlich nicht von Zinn, sondern von diesem Rose'schen Metallgemisch gegossen. Das Oel hatte die Temperatur von 94 Grad, darin schmolz der Löffel vor den Augen der Zuschauer natürlich ab. Das 94 Grad heiße Oel wurde mit einem kleinen Metalllöffel geschöpft, in sehr kleinen Quantitäten, es gab mithin an diesen Löffel schon einen beträchtlichen Theil seiner Wärme ab, und der Mann war schlau genug gewesen, mehrere Löffel in kaltem Wasser liegen zu haben, welche er geschickt mit einander verwechselte, um immer einen neuen kalten

von Wärme herbeizuführen. Die Tasse, in welche das Oel gegossen wurde, wie bereits bemerkt, löffelweise, d. h. in sehr kleinen Portionen, war gleichfalls sehr kalt, und so enthielt schließlich die Tasse eine Quantität Oel, deren Temperatur 50 Grad nicht überstieg. Dieses zu trinken ist ein Kunststück, worin jede Dame beim Kaffee mit ihm wetteifern kann, es sei denn, daß sie beabsichtigt, durch den kalten Kaffee schön zu werden, was übrigens kaum denkbar ist, da alle Damen bekanntlich schön sind.

Eine sehr nützliche Anwendung dieses sehr leicht schmelzbaren Metalles wurde Behufs Anwendung von Sicherheitsventilen bei Dampfmaschinen gemacht. Die Arbeiter bei solchen wollen die Leistungen ihrer Maschinen durch Steigerung der Dämpfe, durch Erhöhung der Temperatur vermehren, der Inhaber der Maschinen und der Erbauer derselben, welche die Gefahren dieses unsinnigen Treibens kennen, wollen dieses durch ein Sicherheitsventil hindern, welches von selbst, ohne Zuthun der Arbeiter, den Dampf entweichen läßt wenn die Temperatur beginnt gefahrdrohend zu werden, aber der Arbeiter ist klüger als der Herr, er legt mehr Gewichte auf das Ventil, als man haben will, und er setzt sich demnach muthwillig auf eine Pulvermine, welche in jedem Augenblicke auffliegen kann. Da sind denn die Maschinenbauer auf den Gedanken gekommen, Platten von leicht schmelzbarem Metall in die Masse des Kessels einzufügen, dergestalt, daß, wenn die Temperatur eine gewisse Höhe erreicht hat, sie schmelzen und so dem Dampfe einen vollkommen freien Ausweg gestatten.

Man hat diese Sicherheitsplatten an mehreren Dampfmaschinen, besonders auf Schiffen, angebracht, aber sie haben dem Zwecke keinesweges entsprochen, da etwaige Explosionen bei so verwahrten Dampfmaschinen keineswegs ausblieben, ja sie sogar stattfanden, lange ehe das Metall schmolz. Dies schien räthselhaft. Man fand unter den Trümmern der zersprungenen Maschinen die Sicherheitsplatten unverletzt und konnte sich die Erscheinung durchaus nicht erklären, bis ein trunkener Maschinist den Schlüssel zu diesem Wunder gab. Er hatte nämlich einen nassen Schwamm auf die Metallplatte gelegt und dieselbe dergestalt bei einer Temperatur erhalten, welche weit unter der des siedenden Wassers war, während die Temperatur des Dampfes vielleicht schon 150 Grad betrug und die Platte bei 130 Grad hätte schmelzen sollen. (Man kann diesem Metallgemische jeden beliebigen Schmelzpunkt geben, man braucht nur die Verhältnisse anders zu nehmen, als sie von Rose angegeben worden sind.)

Auf diese Weise war es den Arbeitern gelungen, die Maschinenbauer oder Besitzer zu hintergehen und frevelntlich mit dem Tode zu spielen vor dem man sie schützen wollte und auf diese Weise wird es einem Jeden gelingen die guten Vorsätze seiner Wohlthäter zu nichte zu machen.

Der Verfasser hat versucht, ein Mittel anzugeben, dem die Arbeiter nicht gegenüber treten können, es besteht darin, die leicht schmelzbaren Metallplatten, nicht oben, wo sie zugänglich sind, sondern unten im Kessel anzubringen. Der Boden desselben muß an vielen Stellen durchbohrt und diese Bohrungen müssen mit Schraubenzügen versehen sein. In diese wird das Metallgemisch gegossen, welches, durch die Gänge gehalten, nicht herausfallen kann. Da, wo das Feuer trifft, kann man das leichtflüssige Metall vor der unmittelbaren Berührung des Feuers durch Blechplatten schützen. Jetzt, wo man im Stande ist, das Ansetzen des Kesselsteines zu verhindern, nimmt der Boden des Dampfapparates nicht mehr die Glühhitze an, wie wohl ehemals geschah, sondern er wird nur um wenige Grade heißer, als das in ihm enthaltene Wasser. Tritt nunmehr der Zeitpunkt ein, wo die Spannung der Dämpfe durch ihre zu hohe Temperatur gefährlich werden kann, so fließt das Metall aus und die Dämpfe können sich befreien.

Aber noch ein anderer kaum zu berechnender Vortheil liegt in dieser Anordnung. Man hat wahrgenommen, daß die mehrsten Dampfkessel gerade dann springen, wenn das Sicherheitsventil sich geöffnet hat. Man hat der Ursache nachgeforscht und gefunden, daß dies seinen Grund darin habe, daß die Dämpfe, welche sich befreien, in viel größerer Masse von der siedenden Flüssigkeit her ersetzt werden, als sie entweichen können, gerade deshalb, weil in dem Augenblick der Oeffnung die Dampfspannung sich verringert. Bei der hier vorgeschlagenen Veränderung ist dieses nicht möglich, die Spannung wird nicht verringert, sondern das Wasser, unter welchem die Sicherheitsschrauben befindlich, wird durch die vorhandenen Dämpfe aus dem Kessel vertrieben und es wird in vielen breiten Strömen in das Feuer selbst geleitet und dieses wird mithin ausgelöscht. Damit hört die Ursache der Dampfentwickelung auf und folglich ist hiermit jedem möglichen Unglücke vorgebeugt. Ob dieser mehreren Maschinenbauern mitgetheilte Vorschlag zur Ausführung gekommen ist, weiß der Verfasser allerdings nicht, und es ist wohl möglich, daß er wie so manches Andere an der Indolenz der Leute scheitert.

In der Physik findet das Wismuth vereinigt mit dem Antimon in zweierlei Richtungen vielfältige Anwendung. Erstens, indem man die beiden Metalle durch Löthen mit einander verbindet und zeigt, daß die Erwärmung der Löthstelle einen elektrischen Strom und daß dieser wieder magnetische Thätigkeit hervorbringe. Dieses ist der berühmte von dem verstorbenen Physiker Seebeck erfundene Grundversuch. Ferner wendet man Antimon und Wismuth in sehr vielen kleinen zusammengelötheten Stäben als das empfindlichste Thermometer an, was man bis jetzt ke-

10,000stel eines Wärmegrades können auf diese Weise gemessen werden, ja der italienische Physiker Meloni hat sogar dasjenige gemessen, was der Mond uns an Wärme zuführt und was so außerordentlich wenig ist, daß man bis zu seinen Versuchen immer glaubte, er erzeuge Kälte. Wir sind außer Stande, in diesem Lehrbuche der Chemie noch weiter auf den rein physikalischen Gegenstand einzugehen und müssen daher auf ein Lehrbuch der Physik verweisen; auch in Zimmermann's „Naturkräfte und Naturgesetze" ist ausführlicher von diesem Gegenstande gehandelt worden.

Das Wismuthmetall soll, wie sehr ausgedehnte Versuche gelehrt haben, durch Druck nicht dichter, sondern im Gegentheile weniger dicht werden, so daß es bei gewöhnlicher Erscheinung gänzlich unbelastet ein specifisches Gewicht von 9,8 hat, bei einem Druck von 15,000 Pfund auf 9,6 herabsinkt und bei einem Druck von 200,000 Pfund auf 9,5 kommt. Es ist schwer, dieses zu erklären, das Experiment ist wohl auch noch gar nicht gemacht worden.

Wenn man Wismuth in eine Porzellanröhre bringt, in derselben bis zur Weißglühhitze erhitzt und dann Wasserdämpfe durch die Röhre leitet, so werden diese zersetzt. Das Wismuth nimmt den Sauerstoff des Dampfes auf und läßt den Wasserstoff desselben unverändert weiter gehen. Bringt man dasselbe fein vertheilt, gepulvert in einen Cylinder, welcher mit Chlor in Gasgestalt gefüllt ist, so entzündet sich das Metall, es geht unter Feuererscheinung in dreifach Chlorwismuth über.

Verbindungen des Wismuths mit dem Sauerstoff.

Mit Gewißheit kennt man drei Oxydationsstufen, ein Oxydul, ein Oxyd und eine Säure. Aber es existiren noch mehrere Zwischenstufen, in denen das Oxyd mit der Säure verbunden ist.

Wismuthoxydul, BiO_2, enthält in 100 Theilen 92,86 Wismuth und 7,14 Sauerstoff. Man kann dieses Oxydul darstellen, wenn man das fein zertheilte Metall an der Luft erhitzt. Da es jedoch hierbei immer mit Metall verunreinigt vorkommt, so sucht man es durch einen Umweg zu gewinnen. Man löst Wismuthchlorid und Zinnchlorür auf, mischt die beiden Lösungen mit einander und setzt eine verdünnte Kalilauge (1 Theil Kali auf 16 Theile Wasser) zu, so daß ein Ueberschuß von Kali vorhanden ist. Es bildet sich ein brauner, viel Raum einnehmender Niederschlag,

welcher das Wismuthoxydul ist, jedoch nicht vollkommen rein, indem eine geringe Menge Zinnoxyd darin befindlich. Wäscht man diesen Niederschlag mit einer concentrirten Kalilauge und bei einer Temperatur von 40 Grad C., so löst sich das Zinnoxyd so vollständig auf, daß kaum noch Spuren davon zurückbleiben.

Das auf diese Weise gewonnene Oxydul, auf dem Filtrum getrocknet, erscheint schwarzgrau von Farbe und zeigt sich zum Theile krystallinisch. Bleibt es feucht mit der Luft in Berührung, so geht es bald in die höhere Oxydationsstufe über, dagegen an der Luft erhitzt, verwandelt es sich schnell zu gelbem Oxyde. Wenn man dasselbe aber in Kohlensäuregas bringt und darin erhitzt, so verwandelt es sich in ein hellgraues Pulver, welches durchweg aus kleinen Krystallen besteht und an der Luft unveränderlich ist.

Wismuthoxyd, BiO_3, enthält in 100 Theilen 89,65 Wismuth und 10,34 Sauerstoff.

Wenn man Wismuth fein vertheilt in Glühhitze versetzt, so verbrennt das Metall zu gelbem Wismuthoxyd, im Kleinen kann man dieses vor dem Löthrohre zeigen. Ein Kügelchen davon auf eine Kohle gebracht und durch den Luftstrom der Löthrohrflamme erhitzt, verbrennt darauf und bringt einen gelben Beschlag auf der Kohle hervor.

Reiner und besser als durch das Verbrennen des Metalles erhält man dieses Oxyd, wenn man sein salpetersaures Salz in höherer Temperatur zersetzt. Man erhitzt das basisch salpetersaure Wismuthoxyd in einem Platinschälchen unter fortwährendem Umrühren, bis keine salpetrigen Dämpfe mehr wahrgenommen werden. Es bleibt ein hellgelbes Pulver, welches man in trockenen Glasfläschchen, die mit schwarzem Papier beklebt sind, verwahren muß, weil ohne diese Vorsicht das gelbe Oxyd sehr bald braun wird. Wenn bei der Zersetzung des Salzes eine etwas zu hohe Temperatur angewendet ist, so schmilzt das Oxyd und seine Farbe ist braun, kehrt aber beim Erkalten wieder in's Gelbe zurück.

Mit Säuren bildet dieses Oxyd eine große Menge verschiedener Salze, welche aus ihren Auflösungen durch die Alkalien und durch Blutlaugensalz mit weißer Farbe niedergeschlagen werden, Schwefelwasserstoffgas und Schwefelammonium schlagen aus diesen Lösungen braunschwarzes Schwefelwismuth nieder.

Wismuthsäure, BiO_5, enthält in 100 Theilen 84,2 Wismuth und 15,8 Sauerstoff.

Man kann diese Oxydationsstufe des Wismuths dadurch erhalten, daß man sehr fein vertheiltes Wismuthoxyd in eine concentrirte Kalilauge bringt und durch diese Lösung und ihre Beimengung (denn das Wismuthoxyd ist darin nicht aufgelöst) einen Strom von Chlorgas leitet.

kann auch das Wismuthoxyd mit kaustischem Kali zusammenreiben, mit Chlorkalium versetzen und das Gemenge ausglühen, in beiden Fällen aber wird die gewonnene Wismuthsäure immer mit einem Antheile des Oxydes verunreinigt sein. Daher wendet man lieber folgendes Verfahren an: Man gießt auf Wismuthoxyd eine große Menge höchst concentrirter Aetzkalilösung, bringt dieselbe in rasches Kochen und leitet dann das Chlorgas hinein.

Das Oxyd nimmt sehr bald eine schöne rothe Farbe an und sinkt zu Boden. Dieser rothe Körper ist eine Verbindung von wirklicher Wismuthsäure im Zustande eines Hydrats mit wismuthsaurem Kali. Wenn man dieses Pulver mit Salpetersäure digerirt und dann mit kochendem Wasser auswäscht, so wird es sowohl von dem Kali, als auch von dem beigemengten Oxyde befreit. Es ist Wismuthsäurehydrat (BiO_5, HO). Es ist jedoch nicht leicht, diesen Weg zu verfolgen, denn das rothe Pulver wird von der Salpetersäure keineswegs gänzlich verschont und es ist nur mit Mühe der Punkt zu treffen, wo alles Kali und alles Wismuthoxyd entfernt und nur die reine Säure übrig geblieben ist.

Will man diese Säure wasserfrei erhalten, so schlägt man denselben Weg ein, setzt jedoch die Lösung von Aetzkali nicht in so großem Ueberschusse zu. Diese wasserfreie Säure hat eine braune Farbe, ist aber nicht sehr beständig, indem sie erhitzt nach und nach Sauerstoff in immer größeren Mengen abgiebt, wobei sich jene gemischten Oxydationsstufen bilden (aus Säure und Oxyd), deren wir am Anfange dieses Artikels erwähnten.

Salpetersaures Wismuthoxyd

ist ein Wismuthsalz, welches nur fabrikmäßig dargestellt wird. Man gewinnt dasselbe, indem man Wismuthmetall in Salpetersäure auflöst. Ist die Säure stark, so ist die Wirkung so sehr heftig, daß sich eine lebhafte Lichterscheinung dabei zeigt.

Man verdunstet entweder diese Lösung bis zur Trockenheit oder man concentrirt sie nur durch Abdampfen, in welchem Falle das salpetersaure Wismuthoxyd in sechs- oder achtseitigen Prismen, welche farblos und durchsichtig sind, krystallisirt. Man bedient sich dieses Salzes beinahe nur in der Medizin oder um das nachfolgende Salz darzustellen, nämlich das

Basisch-salpetersaure Wismuthoxyd,

welches sonstmals magisterium bismuthi, ferner auch Perlweiß oder Schminkweiß und im Französischen blanc d'Espagne heißt. Man stellt dasselbe dar, indem man das neutrale Salz in heißem Wasser auflöst und durch Abdampfen krystallisiren läßt. Es nimmt dabei sein Hydratwasser auf und erscheint als weißes, äußerst feines Pulver, hat einen sehr lockeren Zusammenhang und zeigt sich unter dem Mikroskop als zusammengesetzt aus feinen krystallinischen Blättchen von dem schönsten Seidenglanz. Es wird als Schminke oder Schönheitsmittel angewendet, da es der Haut einen angenehmen oder milden Glanz verleiht,*) es wird allerdings auch innerlich gegeben, ist aber immer ein gefährliches Medikament, welches namentlich die Verdauungswege und in manchen Fällen auch die Lungen angreift.

---

*) Es ist übrigens ein Schminkmittel, welches nicht überall angewendet werden darf. Der Verfasser erinnert sich einer interessanten Scene in dem Bade X., woselbst man in großen Bassins gemeinschaftlich badet und zwar in sehr großer Gesellschaft Herren und Damen zugleich, was weiter nichts Besonderes hat, da Alle in langen Bademänteln erscheinen, die Ausgangsthüren aber mit Teppichen verhängt sind, kein Herr mithin eine Dame und keine Dame einen Herrn aus dem Bade steigen sieht, denn die Treppen, welche zu den Gemächern der beiden Geschlechter führen, befinden sich an zwei gegenüberstehenden Seiten. In diesem Bade erschien eine Dame, welche wegen ihrer Schönheit und vorzugsweise wegen ihres zarten Teints schon mehrere Tage lang großes Aufsehen gemacht hatte, aber nur wenige Minuten befand sich ihr Kopf in der mit Schwefelwasserstoffgas reichlich durchzogenen Luft, als ihr Gesicht bläuliche Flecke bekam, welche sich nach und nach ausdehnten, dunkler wurden und endlich das Gesicht ganz und gar überliefen und sich bis nach dem Halse und wie es schien bis unter den Kragen des Bademantels zogen.

Die Dame dankte ihre zarte Haut und ihre wunderschöne Farbe diesem blanc d'Espagne, welches aber leider durch Schwefelwasserstoffgas reducirt und in Schwefelwismuth verwandelt wird, wodurch es eine bläuliche, dann bräunliche, dann immer dunkler werdende und zuletzt beinahe schwarze Farbe annimmt. Man kann sich das Erstaunen der Badenden und das Entsetzen der Dame, als sie die Ursache erfuhr, warum die Blicke aller Anwesenden auf sie hafteten, kaum denken. Sie verließ bestürzt das Bad und den Badeort, an dem sie sich nach diesem Vorfalle nicht mehr zeigen mochte. Man sieht übrigens hieraus, wie vorsichtig man sein muß mit dem Gebrauche dieser sogenannten Schönheitsmittel.

Verbindungen des Wismuths mit dem Schwefel.

Wismuthsulfuret oder dreifach Schwefelwismuth, BiS_3, enthält in 100 Theilen 81,25 Wismuth und 18,75 Schwefel. Es ist die einzige Schwefelstufe des Wismuths, welche man mit Sicherheit kennt, kommt in der Natur als Wismuthglanz vor und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von Wismuth und Schwefel in den oben angegebenen Verhältnissen dargestellt. Zu höherer Temperatur schmilzt dieses Sulfuret mit reinem Wismuth in jedem Verhältniß zusammen.

Verbindungen des Wismuths mit den Salzbildern.

Wismuthchlorid, $BiCl_3$, enthält in 100 Theilen 66,7 Wismuth und 33,3 Chlor. Es ist die einzige Verbindung dieser beiden Körper, welche uns bekannt ist, es wird gebildet, wenn man beim Erhitzen von Wismuth mit 2 Theilen Quecksilberchlorid in einer Retorte, trockenes Chlorgas hindurchleitet. Das Wismuth muß fein gepulvert sein und mit dem Quecksilberchlorid sehr sorgfältig gemengt werden. Es bildet eine grauweiße Masse, die sogenannte Wismuthbutter, welche schon bei mäßigem Erwärmen schmilzt, an der Luft zerfließt, durch Wasser zersetzt wird, in Weingeist aber sich ohne Zersetzung auflöst.

Man kann dieses Chlorid auch noch auf eine andere Weise darstellen, indem man Wismuthoxyd in Salzsäure auflöst und die Lösung langsam abdampft.

Es schießen darin zerfließliche Krystalle an, welche sich aber schwer von der Mutterlauge trennen lassen. Wenn man die Lösung abdampft, so entweicht sowohl Wasser als auch etwas Salzsäure. Geschieht dieses in einer Retorte, so kann man, nachdem alles Wasser weggegangen, das wasserfreie Chlorid erhalten.

Man pflegt die Operation in einem Apparat vorzunehmen, den die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1195 zeigt. C ist die in einem [illegible] stehende tubulirte steinerne Retorte, in welche man sowohl das ge[illegible] Wismuth mit dem Quecksilberchlorid bringen kann, um durch die [illegible]m Wasserstoff dazu zu führen, in welche man aber auch ebenso [illegible]ten.

gut das in Salzsäure aufgelöste Wismuthoxyd bringt, um die Lösung abzudampfen. Anfangs geht Wasser über und um dieses niederzuschlagen,

Fig. 1195.



umhüllt man die Röhre mit einem Blechgefäß cd, welches durch eingefülltes kaltes Wasser auf einer niederen Temperatur erhalten wird, nachdem das Wasser jedoch übergegangen ist, muß man, anstatt die Röhre abzukühlen, dieselbe im Gegentheil stark erhitzen, was ganz auf dieselbe Weise geschieht, wie die vorherige Erkältung, indem man durch den Trichter statt des kalten Wassers heißes in die Röhre füllt. Unterläßt man diese Vorsicht, so erstarrt das Chlorid in der Röhre, verstopft sie und kann dadurch die Zertrümmerung des Apparats herbeiführen.

Das Chlorid sammelt sich nunmehr in der vorgelegten Flasche und kann darin zur ferneren Untersuchung aufbewahrt werden.

Mit den Chlorüren der Alkalimetalle, mit Natrium und Kaliumchlorid entstehen krystallisirbare Doppelchloride.

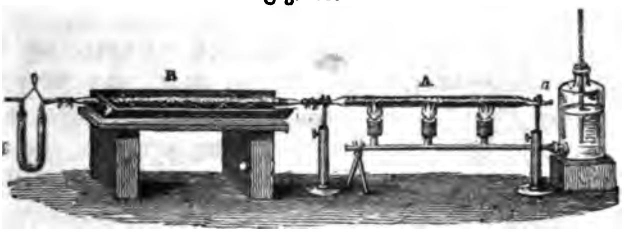
Wismuth mit Brom, $BiBr_3$, kann erhalten werden, wenn man gepulvertes Wismuthmetall mit flüssigem Brom zusammenbringt oder wenn man Dämpfe von Brom darüber hinwegstreichen läßt. Es bilden sich stahlgraue, krystallinische Körper, welche an der Luft Feuchtigkeit anziehen und bei einer Temperatur von 200 Grad zu einer rothen Flüssigkeit schmelzen.

Wismuthjodid, BiJ_3. Um dieses darzustellen, muß man Wismuthmetall und Jodid auf das Feinste pulverisiren und zusammenmengen, dann aber in einer tubulirten Retorte oder in einer Röhre von schwer schmelzbarem Glase erhitzen und einen Strom von Kohlensäuregas hindurchgehen lassen.

Man kann sich hierzu zweier verschiedener Apparate bedienen, welche beide in der nachstehenden Figur 1196 dargestellt sind. Entweder in die

Röhre D oder in der Röhre A befindet sich das Gemenge von gepulvertem Wismuth und Jod. Dieses Gemenge wird entweder dadurch erwärmt,

Fig. 1196.



daß man die Röhre in eine flache Kohlenpfanne legt, wie bei B gezeigt ist, oder indem man eine Spirituslampe mit vielen Flammen (die Zeichnung giebt deren nur drei, eine Zahl, die natürlich nicht genügend ist) unter die Röhre, welche das Präparat enthält, bringt und dasselbe auf diese Weise erhitzt. Eines oder das Andere (nicht Beides) wird angewendet und dann das Kohlensäuregas durch diese Röhre getrieben, nachdem dasselbe, um es zu trocknen, durch eine Uförmige Röhre geleitet worden ist.

Bei dieser Operation tritt zuerst Joddampf auf, dann entsteht ein rothbrauner Dampf, der sich in eine bei a angebrachte, in die Zeichnung nicht aufgenommene Vorlage zu grünen, glänzenden Flittern verdichtet. Diese Flittern sind das Jodid, enthalten zwar freies Jod, lassen sich aber durch gelindes Erwärmen davon befreien. Das Wismuthjodid ist luftbeständig, wird aber vom Wasser zersetzt, es scheidet sich darin ein ziegelrothes Salz aus und das Wasser enthält Jodwasserstoffsäure.

Man kann dieses Präparat auch auf nassem Wege erhalten, indem man eine Lösung von salpetersaurem Wismuthoxyd in eine Auflösung von Jodkalium tröpfelt, es bildet sich ein brauner Niederschlag, welcher Wismuthjodid mit etwas basisch salpetersaurem Wismuthoxyd ist. Man löst diesen Niederschlag in Jodwasserstoffsäure auf, verdünnt die Säure mit wenig Wasser und wartet die Ausscheidung des Wismuthjodids ab. Wenn man die Auflösung mit vielem Wasser verdünnt, so wird das Jodid zersetzt.

Auch mit Fluor bildet sich eine ähnliche Verbindung, dasselbe geschieht mit den anderen zusammengesetzten Salzbildern.

Chrom

hat einen großen Werth für den Techniker, denn es bilden sich daraus die wunderschönsten Farbenschattirungen für die Glas- und Porzellanmalerei und die Färberei, die Historien- wie die Stubenmaler oder die Kattundrucker können ohne dieses Mineral nicht mehr existiren.

Wir haben auch hier mit einem Metall zu thun und mit dessen Oxyden oder sonstigen Verbindungen.

Es ist noch nicht ein Jahrhundert her, daß man in Sibirien ein Bleierz fand, welches man rothen Bleispath nannte und in welchem man Blei, Eisen, Schwefel, Silber, Arsenik, Thonerde und einen großen Gehalt von Sauerstoff zu finden glaubte. Jeder Chemiker entdeckte etwas Anderes, bis im Jahre 1797 der deutsche Chemiker Klapproth in diesem rothen Bleispath ein neues Metall entdeckte, während gleichzeitig der französische Chemiker Vauquelin in demselben Blei eine eigenthümliche ihm noch nicht bekannte Säure gefunden hat. Späterhin fand man, daß diese Säure das Oxyd desselben Metalles sei, welches Klapproth entdeckt hatte. Da nun auch die anderen Oxyde dieses Metalles und seine übrigen Verbindungen besonders schöne und kräftige Farben zeigten, so nannte man dieses Metall mit dem griechischen Namen Farbe (Chroma). Von hier ab beschäftigten sich Klapproth, Valentin, Rose und viele andere deutsche Chemiker mit dem Mineral und es kam dahin, daß es sich zu einem der geschätztesten Farbematerialien erhob.

Das am mehrsten verbreitete Erz, aus welchem man vorzugsweise die Chromverbindungen fabrikmäßig darstellt, ist nicht mehr das sibirische, chromsaure Blei, sondern es ist der Chromeisenstein, welcher sehr viel häufiger und an vielen Orten vorkommt, so in Nordamerika, auf den Shetlands-Inseln, in Frankreich, in Norwegen, in Mähren, Steyermark, am Ural ꝛc. Dieser Chromeisenstein gehört zu den spinellartigen Gesteinen, kommt allerdings krystallisirt in ziemlich großen und regelmäßigen Octaëdern, meistentheils aber doch unkrystallisirt, derb vor. Er ist eine Verbindung von Eisenoxydul und Chromoxyd (FeO, Cr_2O_3). Zu diesen beiden Hauptbestandtheilen des Chromeisensteins gesellt sich aber noch sehr häufig Thonerde oder Magnesia und neben dem Eisenoxydul findet man auch E[illegible]oxyd darin.

Um das Metall, welches man Chrom nennt, darzustellen, muß es unter Zusatz von Kohle im heftigsten Glühfeuer erhitzen, aber [illegible]

erhält man es im eigentlich geschmolzenen Zustande. Es wird entweder ein Stück Kohle von zusammenhängender Masse in einen hessischen Schmelztiegel gebracht und passend darin festgesetzt, dann ausgehöhlt und hier hinein das Chromoxyd gebracht, oder man mengt dasselbe ziemlich genau mit ungefähr 20 Prozent gepulverter Kohle. Hier wird der Sauerstoff mit einem Theile der Kohle entführt, während ein anderer Theil der Kohle mit dem Metalle eine Verbindung eingeht und sich so ein zusammengesinterter, auf dem Bruche grauer, sehr spröder Klumpen bildet, welcher beim Zerschlagen an vielen Stellen zinnartige kleine Krystalle zeigt.

Wenn man dieses Kohlenmetall in einem Stahlmörser reibt, dasselbe dann mit 10 bis 15 Prozent von grünem Chromoxyd gleichfalls in feinster Pulverform vermengt, in einen Porzellantiegel drückt und sorgfältig zudeckt, diesen Tiegel aber in einen gewöhnlichen Schmelztiegel bringt und dann beides zusammen dem lebhaftesten durch einen Blasebalg unterhaltenen Schmiedefeuer aussetzt, so soll nach Angabe der französischen Chemiker der Sauerstoff des Oxydes die, in dem kohlenhaltigen Chrom befindliche Kohle verbrennen und man die reine metallische Masse als einen festen Regulus erhalten. Auch dieses Metall ist zwar sehr spröde, doch läßt es sich schleifen und poliren, erhält einen schönen lebhaften Glanz gleich dem Stahl, welcher an der Luft nicht vergeht, da es keine so lebhafte Neigung zum Sauerstoff hat, wie Blei, Kupfer und ähnliche Metalle. Die Härte ist so groß, daß es mit Leichtigkeit Glas schneidet.

Unter Zutritt der Luft bis zum Glühen erhitzt, verbindet es sich leicht mit dem Sauerstoff. Glüht man dasselbe in einer Porzellanröhre, und läßt man Wasserdampf darüber hinwegstreichen, so zersetzt es diesen, ganz gleich dem Eisen, es nimmt den Sauerstoff auf, sich damit zu Oxyd verbindend, und entläßt den Wasserstoff als Gas. In Salzsäure und Schwefelsäure löst das Metall sich unter Entwickelung von Wasserstoffgas auf, Salpetersäure dagegen löst es selbst in kochendem Zustande nicht auf.

Man kann das Chrom auch metallisch erhalten, wenn man das Oxyd pulverisirt mit Kaliummetall verbunden verbrennt. Schon bei mäßiger Erwärmung entzündet sich das Kalium und verbrennt auf Kosten des Sauerstoffes, welcher im Chromoxyd ihm geboten wird. Das Chrommetall bleibt als überaus hartes, metallisches Pulver zurück.

Fremy hat reines Chrommetall erhalten, indem er wasserfreies Chromchlorür in einem Strom von Dämpfen des Natriummetalles erhitzte. Das Metall war eisenfarbig, zeigte sich in stark glänzenden Krystallen und war so hart, daß es Glas schnitt, wie ein Diamant. Es widerstand den kräftigsten Säuren, selbst dem Königswasser. Es giebt auch Chromlegirungen, welche die Härte und die Unangreifbarkeit des reinen Metalles haben. Eine

Legirung von Eisen und Chrom hat das Aussehen des Stahles, ist aber so hart, daß sie den gehärteten Stahl ritzt.

Der Chromeisenstein wird in der Regel nicht angewendet, um das Chrommetall darzustellen, was überhaupt nur der gelehrte Chemiker für seine Vorlesungen thut, sondern man bedient sich dessen zur Darstellung des chromsauren Kali's, welches in großen Massen gebraucht wird, um die übrigen Chrompräparate darzustellen.

Zur fabrikmäßigen Bereitung dieses chromsauren Kali's muß der Chromeisenstein zuvörderst von der Bergart, von dem Ganggestein das daran hängt, befreit werden, dann pulverisirt und schlemmt man dieses Gestein und glüht es mit Pottasche sehr anhaltend in einem großen Flammenofen.

Im Chromeisenstein findet sich das Chrom im Zustande des Oxydes, durch das Glühen mit Pottasche wird es zur Säure oxydirt und diese Chromsäure geht an das Kali. Auch das Eisenoxydul des Minerals bekommt dabei einen Antheil Sauerstoff und wird in Oxyd verwandelt. Man soll durch etwas Salpeter den Verbrennungsprozeß sehr beschleunigen können, was ganz begreiflich ist, da durch diesen Zusatz wieder eine Menge Sauerstoff frei wird, allein der Zusatz soll keinesweges eine Bedingung des Gelingens sein. Er mag vielleicht für das Laboratorium ganz gute Dienste thun, die Fabrikanten aber bedienen sich schon des Kostenpunktes wegen seiner nicht.

Man laugt die geglühete Masse aus und erhält dadurch eine gelbe Auflösung von chromsaurem Kali und kohlensaurem Kali, welche man durch Abdampfen concentrirt, worauf aus dieser Lauge schöne gelbe Krystalle von chromsaurem Kali anschießen, welche indessen immer stark verunreinigt sind mit schwefelsaurem Kali, welches in ganz gleicher Weise krystallisirt.

Um das rothe zwiefach chromsaure Kali zu erhalten, verfährt man bis zu diesem Punkte genau so wie hier beschrieben, nun aber setzt man der alkalischen Lauge Holzessig oder irgend eine andere Säure zu, bis die Lösung nicht mehr alkalisch, sondern sauer ist.

Aus dieser Lauge schießt das rothe, zwiefach chromsaure Kali an, welches durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Es läßt sich nicht leugnen, daß das hier beschriebene Verfahren viele nicht unbedeutende Nachtheile hat. Auf der Sohle des Flammenofens setzt sich der Chromeisenstein leicht zu Boden, sobald die gemengte Masse sich der Schmelzhitze nähert. Es ist daher eine unausgesetzte Aufmerksamkeit auf dieses Präparat nothwendig, damit die Substanz, welche durch die oxydirt werden soll, dieser auch immerfort neue Oberflächen bietet.

muß ununterbrochen rühren und umkehren und so unerläßlich diese Arbeit ist, so schwierig ist sie doch.

Ueberdies wird die Sohle des Ofens lebhaft angegriffen durch die große Menge des Alkali's, welche in dem Präparat enthalten ist. Dies giebt erstens einen starken Verlust von Alkali, indem sich kieselsaures Kali bildet, welches sowohl unbrauchbar, als hier sehr schädlich, d. h. verunreinigend ist. Man hat Glas in dem Salze, welches sich nicht löst, dessen Gewicht vermehrt und dessen Werth verringert. Endlich geht eine nicht unbedeutende Menge des Kali's durch Verdampfung verloren.

Man hat daher schon vielfältig nach anderen Methoden gesucht und Jacquelin giebt als das beste Verfahren an: 100 Theile Chromeisenstein auf das feinste gepulvert mit 90 Theilen rohem oder 40 Theilen gebranntem Kalk zu mengen und dieses Gemenge dann auf der Sohle des Flammenofens 9 bis 10 Stunden lang der Rothglühhitze auszusetzen, wobei es natürlich auch wiederholt umgedreht werden muß.

Es bildet sich nach und nach eine gelblich grüne Masse, sie ist basisch chromsaurer Kalk. Wenn die Verwandlung vollständig erfolgt ist, so muß ein Pröbchen davon sich in Salzsäure beinahe ohne Rückstand lösen.

Die fertige abgekühlte Masse ist porös und leicht zerreiblich, sie wird fein zermahlen, mit warmem Wasser angerührt und es wird nun unter fortwährendem Umrühren Schwefelsäure zugesetzt, bis die Masse beginnt, schwach sauer zu reagiren, welches ein Zeichen, daß sich zwiefach chromsaurer Kalk gebildet hat.

Es hat sich, wie begreiflich, durch den Züsatz von Schwefelsäure auch das in dem Chromeisenstein enthaltene Eisenoxydul verändert, es ist daraus schwefelsaures Eisenoxyd geworden. Dieses kann gefällt werden, indem man nach und nach kleine Portionen geschlemmter Kreide zusetzt.

Sobald sich der Bodensatz gebildet hat, Gyps und Eisenoxyd abgelagert ist, wird die Flüssigkeit behutsam abgegossen, welche nun sofort zur Darstellung der gewöhnlichen Chrompräparate benutzt werden kann, denn sie enthält beinahe nur zwiefach chromsauren Kalk, eine sehr geringe Menge von Gyps abgerechnet. Aus diesem chromsauren Kalk läßt sich das zwiefach chromsaure Kali sehr leicht darstellen, indem man nur nöthig hat, eine Lösung von kohlensaurem Kali auf den chromsauren Kalk wirken zu lassen. Es bildet sich dabei sofort kohlensaurer Kalk, welcher zu Boden fällt, und chromsaures Kali, das aufgelöst bleibt und durch Verdampfung zum Krystallisiren gebracht werden kann.

Man hat auch vorgeschlagen, gepulverten Chromeisenstein mit Kalk und schwefelsaurem Kali zu mengen und im Flammenofen zu glühen, ferner Chromeisenstein mit Feldspathpulver und Kalk zu glühen oder auch Chrom-

eisenstein mit einem gleichen Gewicht Kochsalz oder eben so viel Chlorkalium in einem Flammenofen bis zur beginnenden Weißglühhitze zu bringen und dann stark erhitzte Wasserdämpfe darüber zu leiten, wodurch sofort ohne weitere Mühe chromsaures Natron oder chromsaures Kali entsteht.

Bevor wir diese Farbenpräparate weiter verfolgen, müssen wir die

Verbindungen des Chroms mit dem Sauerstoff

betrachten, indem sie die Grundlage abgeben zu allen in der Technik so wichtig gewordenen Chrompräparaten.

Man glaubt mit Sicherheit sechs Oxydationsstufen des Chroms zu kennen, das Chromoxydul und das Oxyd, das Chromoxydulоxyd und das Chromsuperoxyd, endlich die Chromsäure und die Ueberchromsäure.

Chromoxydul, CrO, enthält in 100 Theilen 76,7 Chrom und 23,3 Sauerstoff.

Wenn man zu einer Auflösung von Chromchlorür Natronlauge setzt, so entsteht ein braungelber Niederschlag, welcher das Hydrat des Chromoxyduls ist. Es soll selbst in concentrirter Säure nur langsam auflöslich sein, eine Thatsache aber ist, daß es sich gleich nach seiner Entstehung in der Lösung selbst in rothbraunes Oxydulоxyd verwandelt, indem es auf Kosten des Wassers Sauerstoff an sich zieht und Wasserstoff entläßt.

Chromoxyd, Cr_2O_3, enthält in 100 Theilen 68,7 Chrom und 31,3 Sauerstoff. Es findet sich am häufigsten im Chromeisenstein. Dieser wird aber selten zur Darstellung angewendet. Man nimmt gewöhnlich ein schon aus demselben oder auf andere Art gewonnenes Präparat zur Darstellung. Man mengt z. B. einen Theil des zwiefach chromsauren Kali's mit einem Theil Schwefel. Das Gemenge wird in einem Tiegel bis zum Glühen erhitzt und der Rückstand wird mit Wasser ausgelaugt, der Schwefel raubt hierbei der Chromsäure einen Theil ihres Sauerstoffes und entweicht damit in Gestalt von schwefliger Säure, im Rückstand bleibt schwefelsaures Kali, Schwefelkalium und Chromoxyd, welches zu Boden sinkt, indeß die Salze gelöst bleiben.

Ebenso kann man chromsaures Kali mit Salmiak zu gleichen Theilen mengen und glühen, so lange noch Dämpfe entweichen. Das erhaltene Präparat wird ausgelaugt und die Chromsäure daraus abgeschieden. Es bildet sich Chlorkalium, welches in der Lösung zurückbleibt.

Es giebt auch noch eine Bereitungsweise des Oxydes auf trocknem Wege. Man mengt 240 Theile vollkommen trockenes, zwiefach chromsau

Kali mit 5 Theilen Salmiak und 48 Theilen Schießpulver. Alles wird gepulvert, trocken gemengt und zu einem kegelförmigen Haufen gebildet, den man von der Spitze her mit glühender Kohle oder Schwamm anzündet, der Haufen verglimmt von oben nach unten, die noch glühende Masse wird in's Wasser geworfen und ausgelaugt und es bleibt das Chromoxyd zurück, indeß die übrigen Salze in der Lösung enthalten sind.

Auch Chromchlorid liefert Chromoxyd, wenn man das erstere unter Zutritt der Luft erhitzt, es entweicht dabei Chlor und das Chromoxyd bleibt zurück.

Es giebt noch eine große Menge verschiedener Darstellungsweisen und eine jede giebt dem aus ihr hervorgehenden Oxyde eine besondere Eigenthümlichkeit. Stellt man das Chromoxyd aus chromsaurem Chromsuperchlorid dar, so erhält man Krystalle von einem so tiefen Dunkelgrün, daß sie beinahe schwarz aussehen, und so hart, daß sie Glas schneiden; zerrieben geben sie ein grünes Pulver. Man findet das Chromoxyd, welches aus chromsaurem Quecksilberoxydul bereitet wird, als grünes Pulver, das nach Fremy's Verfahren erhaltene Oxyd erscheint in breiten Blättern krystallisirt.

Das geglühete Chromoxyd wird von den Säuren beinahe gar nicht angegriffen, ebenso wie säurebeständig, ist es auch feuerbeständig, daher es so gut anwendbar ist, um Glas damit zu färben, welches dann dem Smaragd ähnlich wird, von welchem man auch behauptet daß er seine schöne Farbe lediglich dem Oxyde dieses Metalles verdanke, wiewohl Viele behaupten wollen, der Umstand, daß der Smaragd im Feuer seine Farbe verliere, sei ein sicherer Beweis, daß Chromoxyd nicht das färbende Material sei.

Auch zur Malerei auf Porzellan, sowohl unter als auf der Glasur, wird dieses Chromoxyd angewendet, indem seine Feuerbeständigkeit so weit geht, daß es sogar das Glattbrennen, d. h. die beginnende Schmelzhitze des Porzellans im Glühofen verträgt. Das schönste Grün soll das mit Schwefel bereitete Oxyd geben, allein die Porzellanfabrik zu Meißen soll ein Präparat haben (welches sie allerdings sehr geheim hält) welches noch viel schöner ist, als man es irgendwie darzustellen vermocht hat.

Die Salze des Chromoxydes haben zwei verschiedene Modifikationen, indem sie entweder bläulich roth oder grün erscheinen. Die Färbung erkennt man am besten, wenn man die Lösung eines solchen Salzes in ein kegelförmiges Weinglas gießt, ein Champagnerglas und gegen das helle Tageslicht oder Abends gegen das Kerzenlicht betrachtet. Die rothe Modifikation wird stets durch eine Verbindung mit vegetabilischen Säuren erhalten, die grüne durch eine Verbindung mit Schwefelsäure. Wenn die

grüne schwefelsaure Verbindung durch Ammoniak gefällt wird, so erhält man einen Niederschlag von bläulich grauer-Farbe, wird die violette so gefällt, so erhält man einen grünlichen Niederschlag. Der Niederschlag von der grünen Verbindung in Schwefelsäure aufgelöst, färbt die Lösung grün, der von der violetten Nüance herrührende Niederschlag färbt die Lösung violett. Diese Farbenverschiedenheiten können durch Zusätze von mineralischen oder vegetabilischen Säuren mannigfaltig verändert werden. Man ist noch zweifelhaft über die Ursache der Farbenverschiedenheit, manche glauben, dieselbe rühre lediglich von einer Verschiedenheit in der Sättigungsfähigkeit des Salzes her.

Chromoxydhydrat wird gewonnen, wenn man dasselbe aus einer Auflösung von Chromalaun oder Chromchlorid durch reichlichen Zusatz von Ammoniak fällt. Je nachdem die Lösung verdünnt oder concentrirt war, ist die Farbe dieses Hydrats hellgrün oder schwarzgrün und es erscheint entweder als Pulver oder in Stücken welche glasartig brechen. Wenn man dieses Hydrat in concentrirter Salzsäure auflöst, so erhält man zuerst eine grüne Lösung welche aber bald eine violette Farbe annimmt.

Sehr merkwürdig ist bei diesen Präparaten, daß ihre Färbung auch von der Art der Vermischung der beiden Flüssigkeiten abhängt; wenn man eine gesättigte Lösung von Chromnatrium in ein gleiches Quantum Ammoniakflüssigkeit gießt, erhält man ein violettes Hydrat, wenn man dagegen die Ammoniakflüssigkeit in die Lösung von Chromnatrium gießt, so erhält man ein grünes Hydrat.

Nicht minder merkwürdig ist, daß diese beiden verschiedenfarbigen Niederschläge doch mit Salzsäure oder Schwefelsäure gelöst, gleichfarbige Lösungen, nämlich violette geben, die aber durch das Kochen wieder grün werden.

Chromoxydlösung welche dienen kann um andere Chrompräparate darzustellen, erhält man aus chromsaurem Kali auf sehr verschiedene Weise, am besten und einfachsten aber dadurch daß man eine heiße Auflösung von chromsaurem Kali mit Schwefelsäure versetzt und Weingeist in sehr kleinen Portionen dazu trägt bis die Farbe der Lösung aus dem gelbrothen nach und nach in eine dunkelgrüne übergeht und kein Aufbrausen mehr stattfindet. Die Chromsäure wird dadurch zum Theile frei gemacht und dieser frei gemachte Antheil wird durch den zugesetzten Weingeist, d. h. durch den Wasserstoff und Kohlenstoff desselben der Hälfte ihres Sauerstoffes beraubt und in Chromoxyd verwandelt. Anstatt des Weingeistes können auch andere organische Substanzen benutzt werden, so z. B. Oxalsäure, Zucker u. dgl. Hat man statt der Schwefelsäure Salzsäure angewendet, so kann man bei sonst ganz gleichem Gange der Operation das Chlorid erhalten statt des

Oxydes, welches von gleicher Wichtigkeit ist und in der Technik eine ähnliche Anwendung findet.

Man kann auch unorganische Substanzen zur Umwandlung der Chromsäure in Oxyd benutzen. Wenn man z. B. chromsaures Kali auflöst und zu der Lösung das Gas der schwefligen Säure leitet, so findet nach und nach eine vollständige Zersetzung statt, was man sowohl an der Veränderung der Farbe, als an dem entschieden hervortretenden Geruch wahrnimmt. Durch den Sauerstoff der Chromsäure wird die schweflige Säure zur Schwefelsäure erhoben, sie wird höher oxydirt und die Chromsäure wird mithin reducirt, d. h. nicht zum Metall, sondern zum Chromoxyd. Leitet man statt der schwefligen Säure Schwefelwasserstoffgas in die Lösung des Chromsalzes, so wird Schwefel niedergeschlagen, indem sich der auflösende Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Chromsäure verbindet und sie als Chromoxyd zurückläßt, allerdings geht auch ein geringer Antheil des gefällten Schwefels im Augenblick der Entstehung in Schwefelsäure über, doch ist die Quantität der so erzeugten fremden Säure weder bedeutend noch störend, den abgeschiedenen Schwefel aber muß man durch das Filtrum von der übrigen Lösung trennen.

Chromsäure läßt sich aus dem chromsauren Kali mit Hülfe von Schwefelsäure darstellen, welche Methode die beste sein soll für alle diejenigen Präparate, bei denen die Anwesenheit einer geringen Menge von Schwefelsäure nicht schadet.

Die Auflösung von zwiefach chromsaurem Kali muß höchst gesättigt sein, man erreicht dieses dadurch, daß man das Salz in der Wärme auflöst und mehr giebt als gelöst zurückgehalten werden kann. Wenn nun die Lösung erkaltet, so krystallisirt aller Ueberschuß aus und die Mutterlauge ist eine genau gesättigte Auflösung. Man bringt nunmehr englische, sehr reine Schwefelsäure in eine Porzellanschale und gießt von der concentrirten Lösung des zwiefach chromsauren Kali's ein gleiches Volumen zu der Schwefelsäure, eine räumlich gleiche Menge, aber nicht auf einmal, sondern in einem dünnen Strahle und auch unter fortwährendem Umrühren der Säure. Es entsteht eine starke Erwärmung, die man natürlich ruhig abwarten muß. Es schießt aus dieser Mischung die Chromsäure in nadelförmigen Krystallen oft von ungewöhnlicher Länge und von wundervoll karmoisinrother Farbe an. Von der Mutterlauge läßt sie sich durch Abziehen zwar leicht trennen, doch haftet noch viel davon an den Krystallen, und da man sie nicht mit Wasser waschen darf, legt man sie auf Tafeln von gebranntem Thon, bedeckt sie darauf mit einer Glocke und läßt sie darunter ruhig liegen, bis die Mutterlauge in den porösen Thon eingegangen ist. Die Chromsäure muß nunmehr, um vollkommen rein zu werden, noch

einmal aufgelöst und umkrystallisirt werden, die Auflösung geschieht bei großer Hitze, die sich dem Kochpunkte nähert, und beim Erkalten der gesättigten Lösung zeigen sich dann die Krystalle in großer Schönheit.

Chromsäure überhaupt bildet entweder eine rothe, derbe Masse, welche beim Erwärmen beinahe schwarz wird, oder sie bildet schöne, rothe Krystalle. An feuchter Luft zerfließt sie zu einer braunen Flüssigkeit, so auch sieht die Auflösung in Wasser aus, sehr verdünnt aber ist die Farbe gelb. Der Geschmack ist sauer und schrumpfend. Bei 190 Grad schmilzt sie, sie bleibt noch unzersetzt bei 250 Grad, aber bei höherer Temperatur wird sie zersetzt, indem sie Sauerstoff abgiebt und schwarzes, chromsaures Chromoxyd zurückläßt. Bei noch höherer Temperatur giebt sie noch mehr Sauerstoff ab und verwandelt sich so ganz in Chromoxyd.

An oxydirbare Körper giebt sie ihren Sauerstoff ohne allen Widerstand ab, daher wird sie durch schweflige Säure, durch Schwefelwasserstoffgas, durch arsenige Säure, ferner durch eine Menge organischer Stoffe zu Oxyd reducirt. Unter diesen Körpern stehen Zucker, Weinsäure, Papier obenan, deshalb darf man sie nicht durch Papier filtriren. Reducirt man die Säure durch Alkohol, indem man diesen letzteren in die Säure träufelt, so geht die Verbindung so rasch und so heftig vor sich, daß der Alkohol viel über die Siedhitze heiß wird und sich entzündet.

Die Salze der Chromsäure sind sehr schön gelb oder orange in verschiedenen Schattirungen gefärbt. Ihre Salze sind größtentheils löslich im Wasser, aber das Baryt, Blei, Silber und Quecksilbersalz sind im Wasser unlöslich, wie denn auch die Säure selbst eine so geringe Verwandtschaft zum Wasser hat, daß man sie wasserfrei erhalten kann, wenn man die Lösung abdampft, es ist überhaupt kein Chromsäurehydrat bekannt.

Chromsuperoxyd und chromsaures Chromoxyd. Wenn man neutrales Chromoxydsalz und neutrales chromsaures Kali beide aufgelöst mit einander vermischt, so entsteht ein brauner Niederschlag. Wenn die Chromsäure vorsichtig erhitzt wird, so verwandelt sie sich in eine braune, beinahe schwarze Masse, indem sie eine beträchtliche Menge Sauerstoff abgiebt.

Ueberchromsäure. Wir wissen, daß es eine Verbindung mit Wasser und Sauerstoff giebt, welche man oxydirtes Wasser nennt. Gießt man davon etwas in eine Lösung von Chromsäure, so wird dieselbe tief Indigoblau. Man muthmaßt, daß diese Färbung daher rühre, daß sich Ueberchromsäure bildet, dargestellt hat man diese Säure nicht, weil sie sich innerhalb ihrer Lösung gleich wieder zersetzt, eine Masse Sauerstoff ent[illegible] und die Färbung damit verschwindet.

Sauerstoffsalze der Chromoxyde.

Schwefelsaures Chromoxydulkali bildet prächtig blaue Krystalle, ist aber in der Praxis nicht angewendet worden, weil seine Darstellung schwierig und langweilig ist. Man muß nämlich eine gesättigte Lösung von Chromchlorür mit schwefelsaurem Kali versetzen, hierauf so viel Weingeist hinzubringen, als nöthig ist, um die Fällung einzuleiten, dann aber diese Lösung mehrere Wochen lang sich selbst überlassen.

Schwefelsaures Chromoxyd wird gebildet, wenn man Chromoxydhydrat in gleichen Theilen englischer Schwefelsäure auflöst, man erhält ein grünes Salz, bleibt dasselbe jedoch lange Zeit in der Lösung stehen, so ändert es seine Farbe in violett um. Beim Erwärmen auf 100 Grad schmilzt dieses Salz zu einer grünen Flüssigkeit, welche beim Erkalten erstarrt, grün bleibt, aber nicht wieder krystallisirt, sondern als derbe Masse erscheint.

Chromalaun ist ein sehr vielfach gebrauchtes Präparat. Nach Böttcher (Materialien zu Versuchen für Vorlesungen) wird dieses Präparat, welches besser Chromkalialaun heißt, sehr leicht und unabhängig von Zufälligkeiten erhalten, wenn man 3 Gewichtstheile doppelt chromsaures Kali in 12 Theilen Wasser auflöst und dazu 4 Gewichtstheile concentrirter Schwefelsäure setzt. Das Gemisch muß erkalten und dann setzt man dasselbe in eine künstliche Frostmischung, rührt es fortwährend um und setzt so langsam, daß keine Erhitzung stattfindet, 80prozentigen Weingeist dazu. Man muß dieses fortsetzen, so lange noch ein Aufbrausen stattfindet und so lange sich Aetherdämpfe bemerkbar machen. Wenn nunmehr das Gefäß zugedeckt 36 Stunden ruhig stehen bleibt, so setzt sich auf dem Boden ein feines krystallinisches Pulver ab, von welchem man die Flüssigkeit in eine andere Schale gießt, aus der sich dann noch eine bedeutende Menge desselben Pulvers absetzt. Die schmutzig violette Substanz wird auf ein Papierfiltrum gebracht und so lange mit kaltem Wasser ausgesüßt, bis es eine rein violette Farbe zeigt und auch das ablaufende Wasser ebenso aussieht. Hierauf löst man das Pulver in möglichst wenig Wasser auf bei einer Temperatur, welche allerhöchstens 30 Grad C. erreichen darf, stellt das Gefäß dann an einen kühlen Ort auf einen Strohkranz und bedeckt es mit einer Holzplatte, schon nach 24 Stunden wird man eine Menge großer und vortrefflich ausgebildeter Krystalle herausnehmen können, die sich vermehren wenn man die Flüssigkeit noch länger stehen läßt.

Der Chromalaun hat die Krystallform des Alauns im Allgemeinen,

er erscheint in Octaëdern, die Farbe ist überaus prachtvoll rubinroth, bei sehr großen Krystallen aber ist dieselbe so dunkel, daß sie beinahe schwarz aussehen und man sie daher spalten muß, um die Schönheit der Farbe wahrzunehmen. Das Salz ist in 7 Theilen Wasser löslich und wird aus dieser Lösung durch Weingeist, ohne verändert zu werden, gefällt. Die Lösung hat die Eigenschaft, daß sie bis zu 75 Grad C. erhitzt, eine schöne grüne Farbe annimmt und beim Verbunsten auch keine Alaunkrystalle liefert, läßt man die so erhitzte grüne Flüssigkeit aber eine lange Zeit (mehrere Wochen lang) ruhig stehen, so geht die Farbe wieder in das bläuliche Roth zurück und es schießen nun auch wieder Alaunkrystalle an.

Chromsaurer Baryt. Wenn man ein Barytsalz auflöst und chromsaures Kali dazu setzt, so verbindet sich die Chromsäure sofort mit dem Baryt und es bildet sich ein pulveriger, schön gelber Niederschlag, welcher unter dem Namen gelber Ultramarin in den Handel gebracht worden ist. Die Nüancirung zu einer dunklen, ja sogar zu einer orangegelben Farbe wird dadurch bewerkstelligt, daß man zwiefach chromsauren Baryt erzeugt, indem man Salpetersäure oder Chromsäure zusetzt.

Chromsaures Manganoxydul. Chromsäure mit Wasser gelöst nimmt kohlensaures Manganoxydul sehr leicht auf, giebt damit eine braune Lösung von seiner scharf metallisch schmeckenden Beschaffenheit; wenn man die Lösung abdampft, so erhält man nur ein braunes Manganoxyd, wenn man aber schwefelsaures Manganoxyd und neutrales chromsaures Kali gesondert löst und die Lösungen mit einander vermischt, so lagert sich eine dunkelbraune, krystallinische Masse ab welche halbchromsaures Manganoxydul sein soll.

Chromsaures Kupferoxyd. Es lauten über diesen Gegenstand die Angaben sehr verschieden. Der Eine hat ein hellgrünes Pulver, der Andere ein braunes oder rothes, der Dritte ein gelbbraunes, der Vierte ein weißes Pulver erhalten und so hat sich denn Böttcher in Frankfurt entschlossen, die Untersuchungen nochmals aufzunehmen und die Widersprüche möglichst zu lösen. Im Allgemeinen wäre es nicht zu verwundern, wenn die Angaben sämmtlich richtig wären, denn wir haben bereits bei mehreren Präparaten gesehen, daß es auf die Bereitungsweise ankommt, um bei denselben Substanzen die allerverschiedenste Färbung zu bewerkstelligen, allein Böttcher's Untersuchung hat doch ergeben, daß die falsch gemachten Bemerkungen über die verschiedene Farbe des chromsauren Kupferoxyds auf wunderlichen und schwer zu erklärenden Irrthümern beruhen. Böttcher stellt das chromsaure Kupferoxyd dar indem er die Aufl irgend eines Kupferoxydsalzes, sei es das schwefelsaure, essigsaure, sal saure oder das Kupferchlorid (die Salze können nicht verschiedener

man hat hier das Kupferoxyd mit Mineralsäuren und mit organischen Säuren verbunden und man hat es als Chlormetall), mit einer Lösung von neutralem, chromsauren Kali versetzt. Unter allen Umständen erhielt man einen braunen Niederschlag, der sich nur in der Schattirung als dunkel oder hell unterschied, je nachdem die angewandten Lösungen mehr oder minder concentrirt waren. Wurde dieser Niederschlag mit heißem Wasser vollständig ausgesüßt, so wurde die Farbe dadurch nicht verändert, sondern nur ein wenig heller. Wenn das Präparat vollkommen getrocknet war, sah es grau aus, wie das in der Natur vorkommende Eisenoxydhydrat im gepulverten Zustande. Auch wenn man dieses Salz direkt aus Chromsäure und kohlensaurem Kupferoxyd darstellt, zeigt sich dieselbe Farbe; die eben gemachten Angaben über die große Verschiedenheit sind mithin Irrthümer.

Wenn man dieses reine chromsaure Kupferoxyd mit einer Auflösung von kaustischem Kali oder Natron übergießt, so entsteht unter augenblicklicher Zersetzung des chromsauren Kupferoxydes neutrales, chromsaures Kali oder Natron, welches in der Lösung bleibt, und Kupferoxydhydrat, welches niedersinkt. Behandelt man das Salz mit Ammoniakflüssigkeit, so ist das Verhalten ein ganz anderes, das Salz wird vollständig aufgelöst und bildet eine prächtig dunkelgrüne Flüssigkeit. Es gelingt zuerst, diese Flüssigkeit aus schwefelsaurem Kupferoxydammoniak und neutralem chromsauren Kali darzustellen. Sie wurde für eine chemische Verbindung von chromsaurem Kupferoxyd mit chromsaurem Ammoniak angesehen und der Entdecker derselben behauptete, daß diese Verbindung nicht in festem Zustande erhalten werden könne, indem sie sich selbst beim vorsichtigsten Verdampfen zersetze.

Böttcher ist es gelungen, dieses chromsaure Kupferoxydammoniak in fester Gestalt zu gewinnen. Die oben genannte Auflösung des chromsauren Kupferoxydes in Ammoniakflüssigkeit wird in ein hohes Cylinderglas gebracht und mit absolutem Alkohol übergossen. Es scheidet sich sogleich das chromsaure Kupferoxydammoniak als ein prächtig grünes Pulver aus, welches hinsichtlich seiner Schönheit dem Schweinfurthergrün ganz gleich kommt. Man muß es nun auf ein Filtrum bringen und aussüßen, aber nicht mit Wasser, denn dieses würde das Salz sofort zersetzen, sondern mit Alkohol von wenigstens 90 Prozent. Es ist schwierig, dasselbe im trockenen Zustande zu bewahren, allein wenn man, nachdem es einige Male mit Alkohol ausgesüßt worden ist, es nunmehr mit heißem Wasser behandelt, so nimmt es eine hellgrüne Farbe an, die es unverändert beibehält. In der abfiltrirten Flüssigkeit ist chromsaures Ammoniak nachweisbar.

Chromsäure und Chromoxyd geben ein Paar interessante Erscheinungen,

welche hier mitgetheilt werden sollen. Wenn man krystallisirte Chromsäure in ein wenig Wasser auflöst, die Lösung in zwei Theile theilt, die eine der beiden Hälften durch Ammoniak genau neutralisirt, dann die andere Hälfte der aufgelösten Säure dazu setzt und das Schälchen, worin die Mischung vorgenommen werden soll, über Schwefelsäure setzt und das Gemenge mit einer Glasglocke bedeckt, so bildet sich krystallisirtes doppelt chromsaures Ammoniak, welches man in großen, bräunlich roth gefärbten Krystallen erhält, falls die Quantitäten, mit denen man arbeitete, nicht zu gering waren. Auf Fließpapier bei mittlerer Temperatur getrocknet, zeigen sie sich vollkommen luftbeständig.

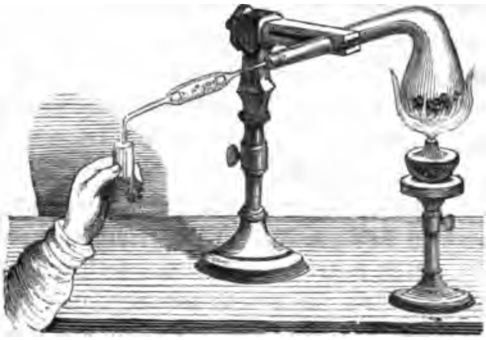
Wenn man nun ungefähr $\frac{1}{4}$ Loth dieses krystallisirten Salzes in ein flaches Porzellanschälchen oder in ein Platinschälchen bringt und mittelst einer kleinen Zange festgehalten über die Flamme einer einfachen Spiritus-lampe bringt, so nimmt man bald eine höchst energische aber vollkommen gefahrlose Reaktion wahr, welche von einer starken Feuererscheinung begleitet ist: die Krystalle blähen sich auf und aus jedem derselben sieht man nach allen Richtungen voluminöse Massen von Chromoxyd hervorquellen, welche in ihrer Form eine so auffallende Aehnlichkeit mit aufgerollten Thee-blättern haben, daß selbst ein Kenner davon getäuscht werden dürfte. Wenn man das heiß werdende Porzellanschälchen während des Versuches in einer Tasse hält, so läßt sich das ganze Zersetzungsprodukt vollkommen unbeschädigt auffangen.

Die krystallisirte Chromsäure, wenn sie, wie oben beschrieben worden, zur völligen Austrocknung auf gebrannte Thonplatten gelegt und mit einer Glasglocke überdeckt wird, erhält nach wenigen Tagen in ihrem völlig entwässerten Zustande die Eigenschaft, durch Ammoniakgas reducirt zu werden. Zu diesem Behufe leitet man Ammoniak durch eine Röhre, in welcher Aetzkalk enthalten ist, welches die Feuchtigkeit des Gases begierig aufnimmt und dasselbe ganz trocken entläßt. Solches Gas auf die ganz trockene und entwässerte Chromsäure geleitet, reducirt dieselbe augenblicklich und macht sie dadurch glühend. Es entweicht dabei Stickgas und Wasserdampf und im Rückstande bleibt schön grün aussehendes Chromoxyd.

Zur Anstellung dieses interessanten Versuches verfährt Böttcher folgendermaßen. Er befestigt eine kleine mit 2 Theilen fein gepulvertem Aetzkalk und 1 Theil Salmiak bis zur Hälfte gefüllte Glasretorte in dem Retortenhalter, wie die nachstehende Figur 119 zeigt; an die Mündung fügt er eine Glasröhre von 3 bis 4 Zoll Länge, welche mit kleinen Kalistückchen gefüllt ist und deren anderes Ende man in eine gebogene Spitze ausgezogen und verlängert hat. Diese Glas[illegible] natürlich luftdicht an dem Retortenhalse befestigt sein.

Man setzt nunmehr eine gewöhnliche kleine Spirituslampe unter die Retorte, erwärmt dieselbe behutsam und treibt nach und nach die atmosphärische Luft aus, gleichzeitig damit entwickeln sich die Ammoniakdämpfe und sobald das Gas rein erscheint, leitet Böttger diesen Gasstrom in einen kleinen Cylinder oder in ein Uhrglas, worin die Chromsäure enthalten ist.

Fig. 1197.



Augenblicklich beginnt die Säure lebhaft zu glühen, sie wird theilweise ihres Sauerstoffes beraubt und geht dadurch über in ein prachtvoll grün aussehendes Chromoxyd.

Auch der Alkohol kann durch die Chromsäure sehr leicht oxydirt werden. Wenn man in ein Arzneiglas, welches etwa ein Pfund Wasser faßt, eine möglichst weite Oeffnung hat und von starker Wandung ist, etwas Alkohol bringt und da hinein einige Spuren von trockener Chromsäure fallen läßt, so entsteht augenblicklich eine Explosion, die jedoch ganz gefahrlos ist, wenn man das Glas offen läßt. Sobald die Explosion erfolgt ist, welche die wenigen Tropfen Alkohol, die in dem Glase enthalten waren, und zugleich die darin befindliche Sauerstoffmenge verzehrt hat, so bringt man noch einige Tropfen Alkohol hinzu, dann noch eine Messerspitze voll Chromsäure, und nun verschließt man das Glas. Da nunmehr kein Sauerstoff in dem Glase vorhanden ist, so kann auch keine Explosion erfolgen, die Zersetzung aber findet statt und zwar in einer äußerst interessanten Weise. Man sieht, besonders wenn das Zimmer dunkel ist, das Chromoxyd sehr fein zertheilt in glühendem Zustande im Glase umherwirbeln. Bei genauerer Betrachtung nimmt man wahr, daß jedes Stäubchen, einem leuchtenden Meteor ähnlich, sich mit unglaublicher Schnelligkeit um seine eigene Axe dreht und zwar so lange wirbelnd dreht, als noch Spuren von unzersetztem Alkohol darin enthalten sind.

Ein anderer hiermit korrespondirender Versuch wird auf folgende Weise angestellt. Die bekannte Platinglühlampe besteht aus einer gewöhnlichen Spirituslampe mit ziemlich dickem, vollen Docht, auf dessen grade abgeschnittene Oberfläche man eine Spirale oder ein locker gewundenes Knäuel von feinem Platindraht legt, den Weingeist entzündet und dann mit leichtem Hauch verlöscht, so daß die glühend gewordene Platinspirale nicht ab-

einem Bleisalze und von chromsaurem Kali taucht und hierauf sorgfältig auswäscht, die so gefärbten Zeuge enthalten neutrales chromsaures Bleioxyd. Um dieses in basisches zu verwandeln, erhitzt man Kalkmilch in einem Kessel bis zum Sieden und taucht alsdann das Zeug in dieselbe. Der Kalk entzieht dem neutralen chromsauren Bleioxyd einen Theil seiner Säure und bildet damit chromsauren Kalk. Was davon aber auf dem Zeuge zurückbleibt, ist die orangefarbene Schattirung des basischen Salzes.

Es ist sehr merkwürdig, daß diese Umwandlung nicht mit kalter Kalkmilch vorgenommen werden kann. Diese nämlich löst das chromsaure Bleioxyd vollständig auf und das gelb gefärbt gewesene Zeug wird nicht orange, wie man haben will, sondern es wird weiß.

In demjenigen Chromgelb, welches man als Malerfarbe benutzt, ist nicht selten Gyps oder Schwerspath enthalten, eine Verfälschung, wodurch das Chromgelb zwar wohlfeiler, aber zugleich auch werthloser wird.

Verbindungen des Chroms mit den Salzbildern.

Chromchlorür und Chromchlorid sind die beiden Hauptverbindungen dieser Elemente, wiewohl es noch ein Superchlorür und ein Superchlorid giebt.

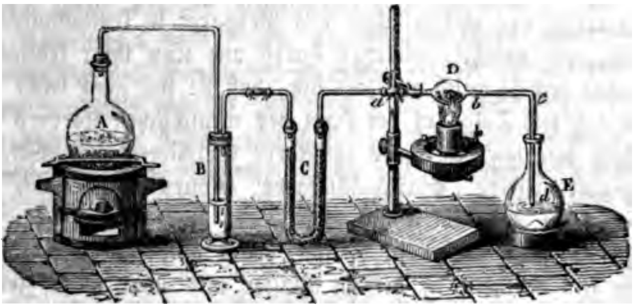
Chromchlorür, CrCl, enthält in 100 Theilen 45,5 Chrom und 54,5 Chlor. Wenn man die höhere Chlorstufe des Chroms, das Chromchlorid, bei der Glühhitze von Wasserstoffgas überströmen läßt, so verliert dasselbe seine Farbe und es entweicht Chlorwasserstoffgas. Das Wasserstoffgas muß aber vollkommen frei von Sauerstoff und muß ganz trocken sein. Man beginnt daher die Operation mit Reinigung dieses Gases.

In dem Kolben A der nachstehenden Figur 1198 wird auf irgend eine beliebige Weise Wasserstoffgas bereitet. Man leitet dasselbe zunächst in einen Cylinder B, in welchem eine Lösung von Zinnchlorür und Kali enthalten ist. Hier wird es seines Sauerstoffes größtentheils beraubt. Dann führt man es über Chlorcalcium in die Röhre C und bei besonderer Vorsicht bringt man zwischen B und C wohl noch eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase an, in welcher blanke Kupferdrahtspäne bis zum Rothglühen erhitzt werden.

Unter diesen Umständen ist das Gas vollkommen rein und trocken und kann nunmehr dazu angewendet werden, dem Chlorid einen Theil

Chlors zu entziehen. Deshalb bringt man das erstere in die Röhre bcd, welche bei D zu einer Kugel ausgeblasen ist. Hier hinein gebracht, wird

Fig. 1198.



das Chlorid durch eine untergesetzte Weingeistlampe zum schwachen Rothglühen gebracht und dann das Wasserstoffgas darüber geleitet, welches sich mit einem Antheile des Chlors zu Chlorwasserstoffsäure verbindet und sich in dem Kolben E verdichtet.

Bei vorsichtiger Behandlung des Chlorids bleibt dasselbe, obwohl es vollständig umgewandelt wird, in der ursprünglichen Krystallform zurück. Da diese Vorsicht jedoch nicht Jedermanns Sache ist, so erhalten die mehrsten Chemiker es in der Gestalt einer weißen, filzartigen Masse. Mit Wasser zusammengebracht, erhitzt es sich lebhaft und wird zu einer blauen Flüssigkeit aufgelöst, dieselbe nimmt jedoch mit großer Begierde Sauerstoff aus der Luft auf und erhält damit eine grüne Färbung. Diese blaue Lösung ist eins der kräftigsten Mittel, anderen Substanzen den Sauerstoff zu entziehen.

Chromchlorid, Cr_2Cl_3, enthält in 100 Theilen 33,17 Chrom und 66,83 Chlor.

Um dieses Chlorid künstlich darzustellen, mengt man Chromoxyd und Kohle zu gleichen Theilen und bringt sie völlig trocken in eine Porzellanröhre, welche in einem Glühofen liegt. Auf der einen Seite wird an diese Röhre ein Apparat befestigt, durch welchen man Chlor in ziemlich reichlicher Menge entwickeln kann; natürlich aber ist auch hier, wie in allen solchen Fällen, die vorherige Trocknung des Chlorgases durch eine Röhre, in welcher Chlorcalcium enthalten ist, unerläßlich. Wenn die Gasentwickelung im vollen Gange ist, bringt man die Röhre mit dem Gemenge von Chromoxyd und Kohle zum lebhaften Glühen und vereinigt nunmehr den Gasentwickelungsapparat mit dem Glühapparat, um dadurch die Verwandlung des Oxydes in ein Chlorid zu bewerkstelligen. Nach kurzer Zeit

entweicht auch das Chlorid dampfförmig, da es jedoch der Dampf eines festen Körpers ist, so schlägt derselbe sich sofort an dem nächsten kühlen Gegenstande nieder, d. i. an dem Ende der Porzellanröhre, welches aus dem Ofen hervorragt und also nicht so stark erhitzt ist.

Man erhält auf diesem Wege das Präparat in krystallinischen Blättchen, welche von prächtig violetter Farbe und trotz ihrer krystallähnlichen Beschaffenheit doch so weich und zart sind, daß sie sich ganz leicht verreiben, ja daß sie sich wie Talg auf der Haut des menschlichen Körpers vertheilen lassen. Auch hier wird übrigens die Farbe verschieden angegeben, so nennt z. B. Regnault dieselbe „Pfirsichblüthfarbe" (fleurs de pêches). Das hat nun freilich keine Aehnlichkeit mit violett.

Dieses Chlorid scheint in Wasser völlig unlöslich zu sein; wenn es jedoch sehr fein vertheilt in heißem Wasser und zwar lange Zeit digerirt wird, so findet allerdings eine Auflösung statt und zwar wird dieselbe grün. So wenig wie durch Wasser, wird es durch Schwefelsäure oder andere Säuren aufgelöst. Zersetzt wird es aber, wenn schon schwierig, durch die Alkalien: wenn man es z. B. mit einem Gemenge von Natron und Salpeter der Schmelzhitze aussetzt, so verbindet sich das Natriummetall mit dem Chlor zu Kochsalz und das Chrommetall geht mit dem Sauerstoff der Salpetersäure in Chromsäure über, welche sich mit dem Kali des Salpeters verbindet. Auch an der Luft erhitzt, entläßt es das aufgenommene Chlor und verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu grünem Chromoxyd. Bei dieser an sich sehr schweren Löslichkeit ist es um so auffallender, daß es von einer Auflösung des Chlorürs ganz leicht aufgenommen wird, selbst wenn die Lösung nur sehr wenig, ja nur $\frac{1}{20000}$ des Chlorürs enthält.

Dieses Chlorid bildet mit den Chlorüren der Alkalien Doppelchloride, welche indessen wenig gekannt sind. Ein solches Chromsuperchlorid stellte Rose dar, indem er 10 Theile Kochsalz mit 17 Theilen neutralem chromsaurem Kali zusammenschmolz, die zerschlagene Masse in eine tubulirte Retorte brachte und sie darin mit 30 Theilen rauchendem Vitriolöl übergoß. Es entsteht eine sehr stürmische Thätigkeit in der Retorte und unter heftiger Erhitzung geht ein chromsaures Chromsuperchlorid in die Vorlage über und verdichtet sich dort zu einer blutrothen, prächtig aussehenden Flüssigkeit, welche außerordentlich leichtflüssig erscheint, obschon sie ein spezifisches Gewicht von 1,7 hat, d. h. beinahe noch einmal so schwer ist als Wasser. Soll dies Experiment gelingen, so muß übrigens die Vorlage sehr gut abgekühlt werden.

Diese Flüssigkeit kocht bei 118 Grad C. und verwandelt sich dabei in gelbrothen Dampf, welcher $5\frac{1}{2}$ mal so schwer ist als atmosphärische L

die Glühhitze zersetzt dieses Gas und Wasser thut dasselbe, einige Tropfen davon in Wasser gebracht, scheinen im ersten Augenblicke unverändert zu bleiben, bald aber bildet sich Chlorwasserstoffsäure und Chromsäure, und träufelt man mehr von diesem Superchlorid in Wasser, so findet eine heftige Erhitzung statt und die beiden Säuren bilden sich so stürmisch, daß der Versuch nicht ganz ohne Gefahr ist, wenn er nicht sehr behutsam angestellt worden. Alle Körper, welche sich mit Sauerstoff und Chlor verbinden können, werden mit großer Heftigkeit davon ergriffen.

Jod und Brom bilden ähnliche Verbindungen, ebenso Cyan und Kellan, von dem Fluor sind vier Verbindungen bekannt. Alle diese Verbindungen sind jedoch wenig untersucht und vorläufig für die Technik noch ohne Werth.

Verbindung des Chroms mit dem Schwefel.

Chromsulfuret, Cr_2S_3, enthält in 100 Theilen 52,26 Chrom und 47,74 Schwefel.

Dieses einzige genau bekannte Schwefelchrom wird erhalten, wenn man Chromoxyd in einer Porzellanröhre hellglühend macht und Schwefelwasserstoff darüber leitet. Es giebt auch hierfür verschiedene Darstellungsmethoden, aus denen dann verschieden aussehende Präparate hervorgehen. Es sieht schwarz oder eisengrau aus, erscheint bald pulverig, bald krystallinisch, und verbrennt an der Luft unter Entwickelung von schwefliger Säure zu dem grünen Chromoxyd.

Phosphorchrom entsteht, wenn man phosphorsaures Chromoxyd in einem Kohlentiegel dem heftigsten Gebläsefeuer aussetzt. Auch dieses Präparat ist bis jetzt noch kaum untersucht worden.

Titan.

Titan, Ti, wurde im Jahre 1791 von einem englischen Geistlichen Gregor entdeckt. Bereits im Jahre 1789 hatte er in einem Mineral, welches zu Menachan in Cornwales vorkommt und daher Menachanit genannt wird, ein neues Metall entdeckt, welches von Kirwan Menachin genannt wurde. Unabhängig hiervon machte Klapproth seine Untersuchungen und entdeckte in demjenigen Mineral, welches man Rutil nennt, ein neues Metall, welches er Titan nannte. Einige Jahre später untersuchte Klapproth das von Gregor entdeckte Metall, untersuchte auch das Gestein, woraus es gewonnen war, den Menachanit, und fand, daß dieses und das von ihm entdeckte Metall ein und dasselbe sei. Später wurde das Oxyd des Titans auch in dem Mineral Anatas entdeckt und Wollaston fand metallisches Titan in den Schlacken mehrerer Hochöfen.

Das Titan findet sich in der Natur nie gediegen und kommt überhaupt nur selten vor, wie es denn auch in den Hochofenschlacken erstens nur in sehr kleinen Quantitäten, zweitens aber auch nur in Verbindung mit Stickstoff und Cyan erscheint. Im Großen wird dieses Metall niemals dargestellt, aus der ganz natürlichen Ursache des seltenen Vorkommens und der Unbrauchbarkeit für technische Zwecke, aber im Kleinen erhält man es dadurch, daß man Fluortitankalium mit Kalium in einen Platintiegel bringt, gut bedeckt und über der Spirituslampe erhitzt. Es erfolgt eine Reduktion unter lebhafter Feuererscheinung. Man läßt die Masse erkalten, übergießt sie mit vielem Wasser, schlemmt die leichteren Theile, welche Titansäure enthalten, ab und wäscht endlich das übrig bleibende graue Pulver mit warmem Wasser aus. Dieses Pulver ist nicht krystallinisch, hat aber vollkommenen Metallglanz, hat die Farbe des Eisens und ist überhaupt demjenigen Eisen, welches man durch Reduktion des Eisenoxyd durch Wasserstoffgas erhält, sehr ähnlich. Unter dem Mikroskop betrachtet, sieht es aus, wie diejenigen Stahlkörperchen, welche man dadurch erhält, daß man mit einem scharfen Feuerstein mehrere Male an einem guten Stahle Feuer schlägt. Es sind dieses durch die Reibung des scharfen Kieselgesteins abgerissene Stahltheilchen, welche, durch eben diese Reibung in Glühhitze versetzt, zum Schmelzen gebracht sind und diesen Ursprung in ihrer äußeren Erscheinung auch ganz deutlich zeigen. -

Dieses Metall ist nicht feuerbeständig, denn beim Erhitzen an der Luft verbrennt es mit außerordentlichem Glanze; durch eine Lichtflamme g

die Glühhitze zersetzt dieses Gas und Wasser thut dasselbe, einige Tropfen davon in Wasser gebracht, scheinen im ersten Augenblicke unverändert zu bleiben, bald aber bildet sich Chlorwasserstoffsäure und Chromsäure, und träufelt man mehr von diesem Superchlorid in Wasser, so findet eine heftige Erhitzung statt und die beiden Säuren bilden sich so stürmisch, daß der Versuch nicht ganz ohne Gefahr ist, wenn er nicht sehr behutsam angestellt worden. Alle Körper, welche sich mit Sauerstoff und Chlor verbinden können, werden mit großer Heftigkeit davon ergriffen.

Jod und Brom bilden ähnliche Verbindungen, ebenso Cyan und Mellan, von dem Fluor sind vier Verbindungen bekannt. Alle diese Verbindungen sind jedoch wenig untersucht und vorläufig für die Technik noch ohne Werth.

Verbindung des Chroms mit dem Schwefel.

Chromsulfuret, Cr_2S_3, enthält in 100 Theilen 52,26 Chrom und 47,74 Schwefel.

Dieses einzige genau bekannte Schwefelchrom wird erhalten, wenn man Chromoxyd in einer Porzellanröhre hellglühend macht und Schwefelwasserstoff darüber leitet. Es giebt auch hierfür verschiedene Darstellungsmethoden, aus denen dann verschieden aussehende Präparate hervorgehen. Es sieht schwarz oder eisengrau aus, erscheint bald pulverig, bald krystallinisch, und verbrennt an der Luft unter Entwickelung von schwefliger Säure zu dem grünen Chromoxyd.

Phosphorchrom entsteht, wenn man phosphorsaures Chromoxyd in einem Kohlentiegel dem heftigsten Gebläsefeuer aussetzt. Auch dieses Präparat ist bis jetzt noch kaum untersucht worden.

Titanat und Silikat von Kalk besteht, ferner den Polymignit, schwarze Krystalle, welche ein Titanat des Zirkon's sein sollen, den Chritonit aus der Dauphiné, welcher titansaures Eisen sein soll, das Eisentitan von Washington und das Titaneisen von Arenal.

Um reine Titansäure darzustellen, benutzt man gewöhnlich den Rutil, welcher höchst fein gepulvert und geschlemmt und mit 3 Theilen kohlensaurem Kali gemischt und geschmolzen wird. Bei dieser Operation entweicht Kohlensäuregas und es bleibt titansaures Kali zurück.

Die geschmolzene Masse wird zerkleinert und mit Wasser ausgewaschen, welches das überschüssige Alkali nebst den Verbindungen des Kali's, der Kieselsäure, der Mangansäure und der Zinnsäure auflöst, dagegen saures titansaures Eisen und etwas Eisenoxyd darin ungelöst zurückläßt.

Man bringt nun diesen Rückstand auf ein Filtrum und wäscht ihn so lange mit kaltem Wasser, bis sich eine Spur von Milchigwerden des Wassers zeigt. Nunmehr kann man den Rückstand als frei ansehen von allen noch auflöslichen Salzen und man bringt diesen so gereinigten Rückstand in concentrirte Salzsäure, worin derselbe ohne Erhöhung der Temperatur aufgelöst wird.

Die Lösung sucht man nun von den noch vorhandenen fremden Metallen zu befreien; sie wird stark mit Wasser verdünnt und es wird Schwefelwasserstoffgas hindurch geleitet. Ist noch Zinn in dieser Lösung vorhanden, so wird dasselbe als Schwefelzinn gefällt und dieses muß durch das Filtrum von der Lösung geschieden werden. Man fügt nunmehr Ammoniak hinzu und wiederholt dieses in kleinen und immer kleineren Portionen, so lange sich noch ein Niederschlag bildet; dieser besteht hauptsächlich aus Titansäure, ist aber immer mit Schwefeleisen, auch wohl mit Schwefelmangan verunreinigt.

Die Flüssigkeit muß jetzt nach Schwefelammonium riechen. Wenn dieses nicht der Fall ist, so ist wahrscheinlich nicht genug Schwefelwasserstoffgas hindurch geführt worden, um alles vorhandene Eisen in Schwefeleisen umzuwandeln, in diesem Falle wird noch etwas Schwefelammonium zugesetzt.

Man schüttelt nunmehr die Flüssigkeit stark um und läßt sie dann ruhig stehen, bis sie klar geworden ist und sich ein Niederschlag gebildet hat, von welchem man die Flüssigkeit abgießt.

Der Bodensatz wird nunmehr von seinem Schwefeleisen und Schwefelmangan dadurch befreit, daß man ihn mit concentrirter schwefliger Säure in flüssiger Form übergießt. Die beiden Schwefelmetalle werden hierdurch vollständig aufgelöst, indessen die Titansäure ungelöst zurückbleibt und auf dem Filtrum ausgewaschen wird.

Man kann die Titansäure auch aus Titaneisen darstellen, wenn man dieses Mineral sehr fein pulvert und schlemmt, mit Schwefel mengt und in einem hessischen Tiegel schmilzt. Es bildet sich hier Schwefeleisen, es entweicht schweflige Säure und es bleibt die Titansäure unverändert zurück. Das Schwefeleisen läßt sich durch Salzsäure auflösen, indessen die Titansäure auch hier unverändert bleibt. Wenn noch eine Spur von Eisenoxyd bei dem oxydirten Titan zurückgeblieben sein sollte, so erhitzt man diese Titansäure, indem man Schwefelwasserstoffgas darüber hinweggehen läßt, wodurch jedes Atom Eisen sich in Schwefeleisen verwandelt, welches dann wieder, wie vorhin bemerkt, durch Salzsäure entfernt werden kann.

Nach Fremy läßt sich Titansäure auch noch folgendermaßen darstellen. In eine Auflösung des Bichlorürs von Titan taucht man einen Streifen metallischen Zinks und die Flüssigkeit wird sogleich tief dunkelblau, dann purpurroth, und läßt bald ein violett aussehendes Pulver fallen, welches für das Sesquioxyd des Titans angesehen wird. Man läßt dasselbe der Berührung der Luft ausgesetzt, wobei es sich ganz leicht in Titansäure verwandelt.

Die Titansäure kann als eine wahre Säure betrachtet werden, sie wirkt nirgends und in keinem Falle als eine salzbildende Base. Die Säure ist weiß, wird durch Erhitzung gelb, nimmt aber beim Erkalten wieder ihre Farblosigkeit an, sie ist unschmelzbar, feuerbeständig, nicht zu zersetzen durch die Hitze, unlöslich in Wasser und sie hat ein spezifisches Gewicht, beinahe 4 Mal so groß als das des Wassers, nämlich 3,8.

Wenn man die Titansäure aus einem Chlortitan darstellt, so ist sie gallertartig, wie das Alumin, bleibt sehr lange in der Lösung schweben und geht durch das Filtrum hindurch, wenn man nicht ein Ammoniaksalz zu der Auflösung bringt. Diese Titansäure löst sich in einigen anderen Säuren, verliert aber diese Löslichkeit, sobald sie einmal scharf getrocknet gewesen ist. Nur die Schwefelsäure macht hiervon eine Ausnahme. Diese, wenn sie concentrirt ist, löst in der Siedhitze die Titansäure auf, selbst wenn man sie vorher geglüht hatte.

Läßt man durch eine zum Rothglühen erhitzte Porzellanröhre einen Strom von Wasserdämpfen und von den Dämpfen des Chlortitans gehen, so erhält man Titansäure an den Wänden der Röhre in kleinen Krystallen angeschossen, welche auf's Genaueste denjenigen gleichen, welche die natürliche Titansäure, der Brokit, zeigt. Auch die Krystalle, welche der Rutil bildet, können durch die Titansäure künstlich dargestellt werden, wenn man 1 Theil Titansäure mit 4 bis 5 Theilen des Phosphates von Natron und mit Ammoniak in der lebhaftesten Glühhitze des Porzellanofens erhält. Die Krystalle, die man so darstellt, haben beinahe $\frac{1}{2}$ Zoll Länge, sind

Titanat und Silikat von Kalk besteht, ferner den Polymignit, schwarze Krystalle, welche ein Titanat des Zirkon's sein sollen, den Chritonit aus der Dauphiné, welcher titansaures Eisen sein soll, das Eisentitan von Washington und das Titaneisen von Arenal.

Um reine Titansäure darzustellen, benutzt man gewöhnlich den Rutil, welcher höchst fein gepulvert und geschlemmt und mit 3 Theilen kohlensaurem Kali gemischt und geschmolzen wird. Bei dieser Operation entweicht Kohlensäuregas und es bleibt titansaures Kali zurück.

Die geschmolzene Masse wird zerkleinert und mit Wasser ausgewaschen, welches das überschüssige Alkali nebst den Verbindungen des Kali's, der Kieselsäure, der Mangansäure und der Zinnsäure auflöst, dagegen saures titansaures Eisen und etwas Eisenoxyd darin ungelöst zurückläßt.

Man bringt nun diesen Rückstand auf ein Filtrum und wäscht ihn so lange mit kaltem Wasser, bis sich eine Spur von Milchigwerden des Wassers zeigt. Nunmehr kann man den Rückstand als frei ansehen von allen noch auflöslichen Salzen und man bringt diesen so gereinigten Rückstand in concentrirte Salzsäure, worin derselbe ohne Erhöhung der Temperatur aufgelöst wird.

Die Lösung sucht man nun von den noch vorhandenen fremden Metallen zu befreien; sie wird stark mit Wasser verdünnt und es wird Schwefelwasserstoffgas hindurch geleitet. Ist noch Zinn in dieser Lösung vorhanden, so wird dasselbe als Schwefelzinn gefällt und dieses muß durch das Filtrum von der Lösung geschieden werden. Man fügt nunmehr Ammoniak hinzu und wiederholt dieses in kleinen und immer kleineren Portionen, so lange sich noch ein Niederschlag bildet; dieser besteht hauptsächlich aus Titansäure, ist aber immer mit Schwefeleisen, auch wohl mit Schwefelmangan verunreinigt.

Die Flüssigkeit muß jetzt nach Schwefelammonium riechen. Wenn dieses nicht der Fall ist, so ist wahrscheinlich nicht genug Schwefelwasserstoffgas hindurch geführt worden, um alles vorhandene Eisen in Schwefeleisen umzuwandeln, in diesem Falle wird noch etwas Schwefelammonium zugesetzt.

Man schüttelt nunmehr die Flüssigkeit stark um und läßt sie dann ruhig stehen, bis sie klar geworden ist und sich ein Niederschlag gebildet hat, von welchem man die Flüssigkeit abgießt.

Der Bodensatz wird nunmehr von seinem Schwefeleisen und Schwefelmangan dadurch befreit, daß man ihn mit concentrirter schwefliger Säure in flüssiger Form übergießt. Die beiden Schwefelmetalle werden hierdurch vollständig aufgelöst, indessen die Titansäure ungelöst zurückbleibt und auf dem Filtrum ausgewaschen wird.

Man kann die Titansäure auch aus Titaneisen darstellen, wenn man dieses Mineral sehr fein pulvert und schlemmt, mit Schwefel mengt und in einem hessischen Tiegel schmilzt. Es bildet sich hier Schwefeleisen, es entweicht schweflige Säure und es bleibt die Titansäure unverändert zurück. Das Schwefeleisen läßt sich durch Salzsäure auflösen, indessen die Titansäure auch hier unverändert bleibt. Wenn noch eine Spur von Eisenoxyd bei dem oxydirten Titan zurückgeblieben sein sollte, so erhitzt man diese Titansäure, indem man Schwefelwasserstoffgas darüber hinweggehen läßt, wodurch jedes Atom Eisen sich in Schwefeleisen verwandelt, welches dann wieder, wie vorhin bemerkt, durch Salzsäure entfernt werden kann.

Nach Fremy läßt sich Titansäure auch noch folgendermaßen darstellen. In eine Auflösung des Bichlorürs von Titan taucht man einen Streifen metallischen Zinks und die Flüssigkeit wird sogleich tief dunkelblau, dann purpurroth, und läßt bald ein violett aussehendes Pulver fallen, welches für das Sesquioxyd des Titans angesehen wird. Man läßt dasselbe der Berührung der Luft ausgesetzt, wobei es sich ganz leicht in Titansäure verwandelt.

Die Titansäure kann als eine wahre Säure betrachtet werden, sie wirkt nirgends und in keinem Falle als eine salzbildende Base. Die Säure ist weiß, wird durch Erhitzung gelb, nimmt aber beim Erkalten wieder ihre Farblosigkeit an, sie ist unschmelzbar, feuerbeständig, nicht zu zersetzen durch die Hitze, unlöslich in Wasser und sie hat ein spezifisches Gewicht, beinahe 4 Mal so groß als das des Wassers, nämlich 3,8.

Wenn man die Titansäure aus einem Chlortitan darstellt, so ist sie gallertartig, wie das Alumin, bleibt sehr lange in der Lösung schweben und geht durch das Filtrum hindurch, wenn man nicht ein Ammoniaksalz zu der Auflösung bringt. Diese Titansäure löst sich in einigen anderen Säuren, verliert aber diese Löslichkeit, sobald sie einmal scharf getrocknet gewesen ist. Nur die Schwefelsäure macht hiervon eine Ausnahme. Diese, wenn sie concentrirt ist, löst in der Siedhitze die Titansäure auf, selbst wenn man sie vorher geglüht hatte.

Läßt man durch eine zum Rothglühen erhitzte Porzellanröhre einen Strom von Wasserdämpfen und von den Dämpfen des Chlortitans gehen, so erhält man Titansäure an den Wänden der Röhre in kleinen Krystallen angeschossen, welche auf's Genaueste denjenigen gleichen, welche die natürliche Titansäure, der Brokit, zeigt. Auch die Krystalle, welche der Rutil bildet, können durch die Titansäure künstlich dargestellt werden, wenn man 1 Theil Titansäure mit 4 bis 5 Theilen des Phosphates von Natron und mit Ammoniak in der lebhaftesten Glühhitze des Porzellanofens erhält. Die Krystalle, die man so darstellt, haben beinahe ½ Zoll Länge, sind

durchsichtig und von schöner, goldgelber Farbe. Ihr spezifisches Gewicht ist 4,3.

Die Salze dieser Säure sind nur wenig bekannt.

Titanoxydul, TiO, ist das den Deutschen zweifelhafte, doch auch von Kersten aufgestellte Oxydul, angeblich die erste Sauerstoffstufe des Titans. Man bereitet dasselbe, indem man die Titansäure mit Kalium schmilzt, oder indem man sie durch Kohle reducirt, in diesem letzteren Falle aber wird das Oxydul stets durch metallisches Titan und durch Titanoxyd verunreinigt sein.

Das Titanoxydul hat ein glänzendes Schwarz, es ist unschmelzbar bei der höchsten Temperatur, verwandelt sich aber durch Rösten an der Luft in Titansäure. Das Oxydul löst sich sehr langsam in den mehrsten Säuren und verbindet sich mit den Alkalien. Das Hydrat desselben hat ein schönes Blau, es zersetzt das Wasser, selbst bei gewöhnlicher Temperatur, und nimmt sehr schnell Sauerstoff auf, mit welchem es sich zu Titansäure verbindet. Man glaubt, daß der Anwesenheit dieses Oxyduls die blaue Farbe der Schlacken in verschiedenen Hochöfen zu danken sei, so wie man auch glaubt, daß die Muffeln aus Thon, in denen man in Schlesien die Zinkerze behandelt, durch eben diese Oxydationsstufe des Titans blau gefärbt werden.

Titansesquioxydul, Ti_2O_3, enthält in 100 Theilen 67,7 Titan und 32,3 Sauerstoff. Dieses ist ein sehr schwierig darzustellendes Präparat, dasselbe wasserfrei zu erhalten, ist nur dem Chemiker Ebelmen gelungen, indem er Titansäure in einer Porzellanröhre glühend werden ließ und völlig trockenes Wasserstoffgas darüber führte; es entstand dadurch ein Gewichtsverlust an der Säure, welche ihren Sauerstoff zum Theile an den Wasserstoff abgab. Dieser Gewichtsverlust entsprach aber genau einer Umwandlung in das Sesquioxydul, dasselbe war schwarz und ließ sich nur schwer auf eine höhere Oxydationsstufe bringen, Salpeter und Salzsäure griffen dasselbe nicht an, dagegen wurde es von Schwefelsäure mit violetter Färbung gelöst.

Das Hydrat dieser Oxydationsstufe wird auf folgende Art dargestellt. Man digerirt eine Auflösung von Titansäure in Salzsäure mit metallischem Kupfer, wodurch eine violett rothe Flüssigkeit entsteht, indem die Säure zu Sesquioxydul reducirt wird. Gießt man diese Lösung in Ammoniakflüssigkeit, so fällt Titansesquioxydul als Hydrat nieder und das Kupfer bleibt als Chlorür gelöst. Somit hätten wir also diese Oxydationsstufe ohne große Schwierigkeit, allein eben dieses Hydrat, kaum entstanden, zieht der größten Begierde Sauerstoff an, indem es das Wasser zerlegt, ändert sich dadurch in farblose Titansäure um.

Die Lösungen dieses Oxyduls reduciren das Eisenoxyd zu Eisenoxydul, indem das Titanoxyd selbst zu Titansäure oxydirt wird. Im Titaneisen sollten sein oder gefunden werden Titansesquioxydul und Eisenoxyd, statt dessen giebt die analytische Untersuchung immer Titansäure und Eisenoxydul (neben etwas Eisenoxyd), weil dieses letztere durch die chemische Einwirkung der beiden Sauerstoffverbindungen auf einander zu einem Oxydul herabgestimmt, das Titansesquioxydul aber höher oxydirt worden ist.

Salze dieser Verbindung sind wenig oder gar nicht bekannt, so viel der Verfasser weiß, ist nur das Schwefelsäuresalz dargestellt worden.

Verbindungen des Titans mit dem Schwefel.

Titanbisulfuret, TiS_2, enthält in 100 Theilen 44 Titan und 56 Schwefel. Man kennt nur diese eine Schwefelstufe, welche dadurch erzeugt wird, daß man das Chlorid des Titans in eine tubulirte Retorte bringt, wohinein man einen Strom trockenen Schwefelwasserstoffgases leitet. Der Hals der Retorte muß mit einem Rohr von schwer schmelzbarem Glase verbunden und dieses muß zu angehendem Rothglühen erhitzt werden. Das mit dem Dampfe des Chlorids gesättigte Schwefelwasserstoffgas gelangt in die erhitzte Röhre und es entsteht hier eine Zersetzung der gemischten Dämpfe, indem sich Chlorwasserstoff bildet, welcher gasförmig entweicht, und Titanbisulfuret, welches in der Röhre zurückbleibt. Es versteht sich, daß die Retorte mit dem Titanchlorid im Sandbade so weit erwärmt wird, daß das Titanchlorid beinahe in's Kochen kommt.

Das in der Röhre enthaltene Schwefeltitan bildet metallglänzende Schuppen von Messingfarbe, welche sich leicht zerdrücken lassen und auf die Oberfläche der Hand oder auf Papier gestrichen, einen so glänzenden metallischen Ueberzug bilden, wie nur irgend eine recht feine Metallbronze. Trocken hält sich dieses Präparat sehr lange, in feuchter Luft zersetzt es sich jedoch bald und riecht dann sehr übel nach Schwefelwasserstoffgas, es löst sich in Chlorwasserstoffsäure (nach anderen Autoritäten wieder nicht), Königswasser aber wirkt darauf, beim Erhitzen entzündet es sich und oxydirt zu Titansäure. Vor dem Löthrohre giebt das Schwefeltitan mit einem Phosphorsalze behandelt, in der Reduktionsflamme ein schönes Purpurglas, welches aber beim Erkalten beinahe schwarz wird, besonders wenn man etwas zu viel von dem Schwefeltitan genommen hat. Diese Eigenschaft

unterscheidet ganz deutlich die Titansäure von der Tantalsäure, welche ein Glaskörnchen im Reduktionsfeuer bildet, das ungefärbt ist.

In der Natur findet man mehrere Verbindungen des Schwefelmetalles mit anderen Metallen. Solche Mineralien sind fast immer mit Eisen verbunden und fallen unter den allgemeinen Namen Titaneisen.

Verbindungen des Titans mit dem Stickstoff.

Durch Wöhler sind drei Verbindungen des Titans mit dem Stickstoff entdeckt worden. Die eine derselben, Stickstofftitan, TiN, enthält in 100 Theilen 63,3 Titan und 36,7 Stickstoff. Es wird dargestellt dadurch, daß man Titansäure einem starken Strom von Ammoniakgas aussetzt. Es ist dieses das alte schon vielfältig wiederholte Experiment, nach welchem das Metall in einer Porzellanröhre glühend gemacht und das wohl gereinigte und getrocknete Gas darüber hinweggeleitet wird. Hat man den Versuch eine Stunde lang gemacht und läßt man dann die Titansäure in diesem Strom von Gas erkalten, so erhält man ein dunkel violettes Pulver oder wenn man ganze Stücke Titansäure angewendet hat, ähnliche Stücke — denn die Form der Titansäure verändert sich dabei nicht — von dunkler Kupferfarbe, welche metallisch glänzen. Es ist aber nicht zweckmäßig, Stücke anzuwenden, denn gewöhnlich ist die Verwandlung nur oberflächlich.

Stickstofftitan von der Formel Ti_3N wird nur gefunden in Verbindung mit der vorigen und ist noch nicht einzeln dargestellt worden. Diese Verbindung aber erhält man durch eine Erhitzung von Titanchlorid-ammoniak in einem Strom von Ammoniakgas. Diese Operation muß sehr behutsam gemacht werden, denn die Hitze muß langsam aber schließlich doch so weit gesteigert werden, daß die Glasröhre eine Neigung zum Schmelzen zeigt, daß sie beginnt, sich zu biegen. Läßt man nunmehr das Chlorid in dem Strome des Gases erkalten, so erhält man ein indigoblaues Pulver, das aber nur an der Oberfläche und etwas weiter herab so aussieht, an den Stellen dagegen, an denen es auf dem Glase liegt, goldfarben oder kupferfarben aber lebhaft metallglänzend erscheint. Diese Verbindung ist dreimal die obige und einmal das zweitgedachte Stickstofftitan, = $3TiN, Ti_3N$, welche man gewöhnlich aber fälschlich Ti_3N_2 schreibt.

Eine dritte Verbindung, Ti_5N_3, ist gleich der vorigen aus zw

zelnen Stickstofftitanen, nur in anderer Art zusammengesetzt, nämlich 2TiN, Ti_3N. Man erhält diese dritte Verbindung auf solche Weise, daß man die vorhin beschriebene theilweise reducirt. Man bringt die zweitbeschriebene Verbindung Ti_3N_2 in eine Röhre, welche glühend gemacht wird, leitet da hindurch getrocknetes Wasserstoffgas und läßt das Präparat darin erkalten; dabei geht der Theil vom Stickstoff, welchen das geglühete Titan verliert, eine Verbindung mit dem Wasserstoff zu Ammoniak ein, und dieses entweicht aus dem offenen Ende, die neue Verbindung hat eine schöne, messinggelbe, glänzende Farbe und einen lebhaften Metallschimmer. Alle drei Verbindungen haben vorläufig noch gar keinen technischen Werth.

Verbindungen des Titans mit den Salzbildern.

Mit dem Chlor sind zwei Verbindungen bestimmt bekannt, wenn nicht durch Auflösung des Titanmetalles noch eine dritte, d. h. die einfachste, das Chlorür TiCl, erzeugt wird, was aber noch keineswegs festgestellt ist.

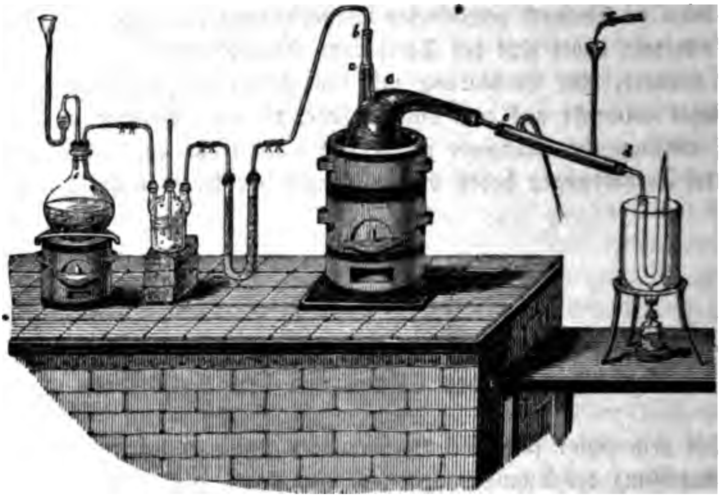
Das Titanchlorid, $TiCl_2$, daher Bichlorid genannt, wird in folgender Weise gewonnen. Man mengt ein feines, unfühlbares Pulver von Rutil, d. h. von Titansäure, mit eben so fein geriebener Kohle in dem Verhältniß von 4 der Säure zu 1 der Kohle. Man benetzt dieses mit so viel Oel, daß eine bildsame Paste daraus wird. Hieraus formt man kleine Kugeln oder Cylinder, bringt sie in einen hessischen Schmelztiegel, erhitzt sie langsam aber bis zur Glühhitze, wodurch das Oel zersetzt wird, zum größten Theile selbst in Kohle übergeht und sich ein sehr inniges Gemenge von Titansäure mit Kohle bildet. Man bringt diese so bereiteten Körperchen in die Retorte C, welche unsere Zeichnung giebt. Wir sehen, daß dieselbe tubulirt, mit einem Ansatz versehen ist, durch welchen man ein Rohr ba gewöhnlich von Porzellan führen und darin mittelst nassem Thon befestigen muß. Die Retorte selbst ist von Steingut, von jener Masse, aus welcher die Selterwasserkrüge bestehen, die Röhre dient dazu, Chlorgas in das zu zersetzende Material zu leiten, der ganze Apparat, welcher hierzu dient, ist ziemlich zusammengesetzt und sieht aus, wie die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1200 zeigt.

Fig. 1199.



Auf dem Herde des Laboratoriums steht ein Ofen, in welchem die Retorte in Kohlen gut eingebettet liegt, so daß dieselbe in Gluth gebracht

Fig. 1200.



werden kann. Sie ist mit der Mengung von Titansäure und Kohle gefüllt und mit der Porzellanröhre ab versehen, welche bis beinahe auf den Boden der Retorte hinabreicht. An b ist eine gebogene Glasröhre befestigt, welche dient, um das Chlorgas zuzuführen, dieses wird in dem Kolben links der Zeichnung auf die gewöhnliche Weise bereitet, wird durch Glieder von Gummi elasticum mit einer Waschflasche verbunden, in welcher sich die Wasserdämpfe und die Säuredämpfe niederschlagen, worauf das gereinigte Chlorgas aus einer anderen Oeffnung weiter gehen kann. Dieses Chlorgas kann nun wohl rein, aber niemals trocken sein, daher muß es noch durch die Uförmig gestaltete Röhre mit salzsaurem Kalk geleitet werden, dann erst hält man es für brauchbar, um es hier anzuwenden.

An den Hals der Retorte befestigt man nunmehr den Condensationsapparat, eine Glasröhre, welche von einer Metallröhre umgeben ist, in welche man kaltes Wasser leiten kann, um die Dämpfe, welche durch die Glasröhre gehen, abzukühlen. Da, wo diese Glasröhre das Kühlrohr verläßt, ist sie umgebogen und durch einen Kork mit einer Uförmig gebogenen weiteren Glasröhre verbunden, wie sich rechts an der Zeichnung wahrnehmen läßt. Auf einem Tische, welcher nahe an dem Feuerherde steht, befindet sich ein Dreifuß, in dem Ringe desselben steht umgekehrt der weiten Oeffnung nach oben gerichtet eine Glasglocke, deren Hals

Oeffnung durch einen Spund verschlossen, nach unten zusteht. In der Glasglocke steht die erweiterte Uförmig gebogene Röhre, diese aber hat da, wo sie ihre stärkste Biegung zeigt, eine ausgezogene Spitze, welche durch den Kork, der die Glocke verschließt, hindurch geht und bis in ein kleines unter dem Dreifuß stehendes Fläschchen hinein reicht.

Wenn nunmehr die Retorte in starker Rothglühhitze befindlich ist und man läßt den Strom von trockenem Chlor hindurch gehen, so verbindet sich das Chlor mit dem Titan und diese Verbindung, in Dampfform entweichend, verdichtet sich in der Vorlage, welche man dadurch noch besonders kalt erhält, daß man die Glocke mit kleinen gestoßenen Eisstücken füllt. Hatte man reine Titansäure zu dem Versuche genommen, so wird man in der Flasche unter dem Dreifuß auch reines Titanchlorid erhalten, war aber Rutil das Material aus welchem das Chlorid bereitet werden sollte, so ist auch Eisenchlorid darin enthalten. Die beiden Flüssigkeiten haben aber ungleiche Schwere, trennen sich also schon innerhalb der Flasche und können durch Abgießen und nachheriges Rektificiren ohne Schwierigkeit von einander geschieden werden.

Das Titanchlorid ist farblos, hat ein specifisches Gewicht, gleich dem der allerconcentrirtesten Nordhäuser Schwefelsäure, von 1,76 bis 1,80. Der Siedepunkt liegt jedoch nicht so hoch, sondern schon bei 136 Grad C. In fester Gestalt hat man es noch nicht gesehen, wohl aus dem einfachen Grunde, weil man die Abkühlung nicht weiter als bis zu 25 Grad C. unter Null getrieben hat. Der Dampf dieses Chlorids ist beinahe 7 Mal so schwer als atmosphärische Luft. Es raucht offen hingestellt sehr stark, zieht dabei Feuchtigkeit aus der Luft an, wird zu wasserhaltigem Chlorid und nimmt als solches eine feste Gestalt an. Geht aber die Verbindung mit dem Wasser nicht langsam vor sich, sondern gießt man auf das wasserfreie Chlorid Wasser, so entsteht eine solche Erhitzung, und die Vereinigung des Wassers mit dem Chlorid geht so gewaltsam vor sich, daß die Masse umhergeschleudert wird.

Ist die Menge des Wassers, welche man angewendet, sehr groß, so wird das Chlorid zersetzt, es bildet sich ein weißer Niederschlag von Titansäure, die Flüssigkeit enthält Chlorwasserstoffsäure und durch diese aufgelöst einen Theil des Bichlorürs, welches mit Hülfe der Säure aufgenommen wurde, bevor die Zersetzung eintrat. Der weiße Niederschlag löst sich in Chlorwasserstoffsäure, wenn man aber diese eine Zeit lang damit kocht, so fällt die Titansäure abermals zu Boden, dann aber in derjenigen Modifikation, in welcher sie äußerst schwer löslich ist.

Wenn man durch ein Porzellanrohr, welches zur Rothglühhitze gebracht worden ist, die Dämpfe des kochenden Titanchlorürs gemischt mit

Wasserstoffgas streichen läßt, so findet eine neue Verbindung statt, welche sich in dem kalt gehaltenen Theile der Condensationsröhre ansetzt, sie bildet krystallinische Blättchen von einem dunklen Violett und ist das Sesquichlorür des Titans.

Am zweckmäßigsten bewerkstelligt man diese Verbindung folgendermaßen. In eine tubulirte Retorte, in welcher sich das Titanchlorid befindet, läßt man Wasserstoffgas streichen, so daß diese Röhre, welches dieses zuleitet, bis in die Chloridflüssigkeit selbst taucht. An den Hals der Retorte wird ein Porzellanrohr befestigt, welches mit einem Messing- oder Kupferstreifen umwickelt ist, damit dasselbe besser dem anzuwendenden Hitzegrade widerstehe. Das Rohr liegt in einem Ofen und ragt so weit zu demselben hinaus, daß die angelegte Vorlage, welche das Präparat aufnehmen soll, nicht von der Wärme berührt werde. In die Röhre leitet man nunmehr, nachdem sie glühend geworden, das Gemenge von Wasserstoffgas und Chloriddämpfen, welche aus der Retorte kommen, dieselben werden nur zum Theil zersetzt und das Chlorid, das unverändert hindurch geht, sammelt sich in der Vorlage, aber das in der Glühhitze durch den Wasserstoff veränderte setzt sich da, wo die Röhre aus dem Ofen tritt, an. Man setzt die Operation fort, so lange bis alles Chlorid aus der Retorte entwichen ist und nur noch Wasserstoffgas durch dieselbe strömt. Man unterbricht diesen Strom so wenig wie die Glühhitze des Ofens, damit das nacheilende Wasserstoffgas noch alles von dem Chlorid mitnehme, was unzersetzt in der Röhre befindlich ist und an dem neuen Präparat haftet. Um dieses zu befördern, wird auch noch der Theil der Röhre erwärmt, in welchem sich die neue Verbindung angesetzt hat. Ist dieses geschehen, so läßt man alles in dem Wasserstoffgasstrome erkalten, und wenn man nun den Apparat aus einander nimmt, so befinden sich in dem nicht erhitzten Theile der Porzellanröhre dunkle, violette Schuppen von starkem Metallglanz, welche das Sesquichlorür des Titans sind, Ti_2Cl_3, es enthält in 100 Theilen 32,14 Titan und 67,86 Chlor. Dieses Sesquichlorür ist an der Luft zerfließlich und zersetzt sich dabei in Titansäure und Salzsäure. In Wasser löst dasselbe sich leicht auf und bildet damit eine violett rothe Flüssigkeit. Diese Lösung ist eins der kräftigsten reducirenden Mittel, die edlen Metalle werden dadurch sämmtlich aus ihren Lösungen gefällt, die Kupfer- und die Eisenoxydsalze werden in Oxydulsalze verwandelt, ja sogar die schweflige Säure wird dadurch zersetzt, der Sauerstoff wird absorbirt und der Schwefel wird frei. Die Lösung entfärbt sich aber allmälig, sie zersetzt sich selbst freiwillig und es lagert sich Titansäure ab.

Titan mit Fluor und mit Cyan ist gleichfalls dargestellt worden, es hat jedoch für uns nur ein geringes Interesse.

Mangan. Mn.

Schon seit Jahrhunderten ist uns ein Mineral bekannt, das unter dem Trivialnamen Braunstein bei der Glasfabrikation und in vielen andern technischen Gewerbszweigen angewendet wird. Man hat es Jahrhunderte lang gekannt, ohne zu wissen, was es ist; man hat es eine Erde genannt, es für einen einfachen Stoff gehalten, wie alle Erden, bis man endlich dahinter kam, daß auch diese Erde gleich allen anderen nichts weiter als das Oxyd eines Metalles sei, und so zeigte sich denn, daß man ein neues Metall von einer ganz außergewöhnlichen Verbreitung gefunden habe und Scheele ist es, dem wir die Entdeckung desselben verdanken (1774).

Die am häufigsten vorkommenden Manganerze sind der Manganit, der Hausmannit, der Psilomelan, der Pyrolusit und der Manganspath.

Der Manganit ist ein Manganoxydhydrat, ist von mäßiger Härte, von Farbe dunkelbraun bis schwarz. Der Hausmannit, auch schwarz Manganerz genannt, ist ein Manganoxydoxydul, während der Braunit krystallisirtes Manganoxyd ist. Der Psilomelan, heißt auch hart Manganerz, kommt im Ur-, Uebergangs- und Flötzgebirge vor, zeigt sich theils in Gängen, theils in abgesonderten Nestern, ist nierenförmig, traubig oder derb, kann nicht, wie die beiden vorigen, einfach bezeichnet werden, denn er ist ein Manganoxyd oder Superoxyd oder Oxydul, verbunden mit irgend einer Base, mit Kali, mit Baryt, mit Eisenoxyd, Kalk rc.

Der Pyrolusit ist das wichtigste Manganerz, heißt auch Graubraunsteinerz oder einfach Braunstein, ist Mangansuperoxyd und kommt in sehr vielen verschiedenen Formen, theils krystallisirt, strahlig blättrig, theils dicht und erdig vor, zeigt sich in Thüringen, im Harz und vielen anderen Gebirgsgegenden, vorzüglich auf Gängen im Porphyrgestein, er ist stahlgrau, ziemlich weich, besitzt Metallglanz, hat ein specifisches Gewicht von nahezu 5, ist aber selten vollkommen rein, sondern im Gegentheil häufig mit Eisenoxyd, Baryt und anderem Gestein versetzt.

Manganspath, auch Rothmanganerz, ist ein kohlensaures Manganoxydul.

Es giebt noch eine Schwefelverbindung, den Manganglanz oder die Manganblende.

Der Braunstein wurde früher für ein Eisenerz gehalten, wie denn die Eisenerze fast stets von Mangan begleitet sind, welches sich bis auf die Ackerkrume erstreckt, in welcher sowohl Eisen, als auch Mangan im oxy-

cirten Zustande vorkommen und in die Pflanzen übergehen, aus diesen aber in die Blutmasse der Thiere treten, worin sie deutlich nachgewiesen werden können.

Nachdem viele verschiedene Chemiker erkannt hatten, daß dieses Mineral kein Eisenerz sei, ja daß es keine Spur von Eisen enthalte, wohl aber ein Metall, welches möglicher Weise daraus gewonnen werden könne, gelang es Scheele und Bergmann, dieses Metall darzustellen, allein es hat eine so starke Verwandtschaft zum Sauerstoff, daß es äußerst schwierig ist, dasselbe davon zu trennen und es geschmolzen zu erhalten. In der Glühhitze werden allerdings die höheren Oxydationsstufen dieses Metalles reducirt, wenn man Wasserstoffgas oder Kohle anwendet, aber die Reduktion geht nur bis zum Oxydul, dieses widersteht den ferneren Oxydationsversuchen und nur in der Weißglühhitze gelingt es durch die Kohle den Sauerstoff gänzlich abzuscheiden.

Zu diesem Behufe bedient man sich aber nicht eines natürlichen, sondern eines künstlichen Oxydes. Man glüht nach Regnault's Angabe kohlensaures Manganoxydul in einem verschlossenen Tiegel, bis die Kohlensäure verjagt ist und das Oxydul in sehr fein vertheiltem Zustande zurückbleibt. Man mischt dieses mit $\frac{1}{10}$ seines Gewichts höchst fein vertheilter Kohle und $\frac{1}{10}$ von geschmolzenem Borax, dieser hat zum Zweck, die kleinen Partikelchen des Metalles zu einem größeren Korn zu vereinigen. Man bringt das Gemenge in einen Schmelztiegel, der am besten ganz mit Kohle ausgefüttert ist, deckt denselben sorgfältig zu und stellt ihn in ein Schmiedefeuer, dem man durch den Blasebalg die höchst mögliche Temperatur abzugewinnen sucht.

Nach Vollendung der Operation findet man in dem Tiegel einen Metallklumpen, welcher aber keineswegs rein, sondern stark mit Kohle vermischt ist und sich ungefähr so zum Mangan verhält, wie Gußeisen zum Schmiedeeisen.

Fig. 1201.



Man reinigt dieses Produkt, indem man dasselbe ein zweites Mal auf ähnliche Weise bearbeitet. Man setzt eine geringe Quantität kohlensauren Manganoxyduls zu dem rohen Metall und bringt beides in einen kleinen Porzellanschmelztiegel, der gut zugedeckt wird. Man setzt diesen in einen größeren hessischen Schmelztiegel (Fig. 1201), welcher so weit mit Kohlen gefüllt ist, daß der Porzellantiegel auf denselben steht, rings umher von Kohlen festgestampft umgeben ist und endlich auch noch Raum übrig bleibt, den kleineren Tiegel innerhalb des größeren ganz mit Kohlen zu bedecken, worauf dann dieser größere durch eine Thonlutirung verschlossen und nun das Ganze in einem

Ofen geglüht wird. Gewöhnlich geschieht dieses in solcher Weise, daß man in den Ofen von mehreren Seiten Luft eintreten lassen kann, wie z. B. Figur 1202 zeigt. Der Tiegel steht hier in einem ziemlich weiten, hohlen Raum, kann ringsum von Kohlen umgeben und damit beschüttet werden, indessen durch die Kanäle o von unten her durch U die Luft in reichlichster Fülle zugeführt wird. BA zeigt uns eine Theilung dieses Ofens an, durch welche man es möglich macht, den Tiegel ein- und die nöthige Kohle zuzusetzen. Dergestalt wird der obere Theil des Ofens ABFE zum Deckel und Dom desselben. Aus der weiten Oeffnung O entweichen die Gase, welche das Feuer nicht mehr ernähren können. Die heftigste Hitze des Gebläseofens muß $1\frac{1}{2}$ Stunden und darüber dauern, wenn die Reduktion vollständig werden soll.

Fig. 1202.



Das aus diesem Feuer hervorgegangene Metall ist in einiger Art dehnbar, es läßt sich feilen, aber den Hammer darf man nicht anwenden, denn es zerbricht darunter zu kleinen Stücken. Auf dem Bruche sieht es grau aus und hat große Aehnlichkeit mit Gußeisen, sein specifisches Gewicht ist 8,0, es ist womöglich noch schwerer schmelzbar als reines Eisen.

An der Luft zerfällt dieses Metall sehr bald zu einem schwarzen Pulver, indem es den Sauerstoff mit großer Lebhaftigkeit aufnimmt; dies ist auch der Grund, warum es von Säuren mit so großer Heftigkeit und unter Entwickelung von Wasserstoffgas aufgenommen wird. Man kann es nur schwierig und eigentlich nur gleich dem Kalium in einer Substanz bewahren, welche keinen Sauerstoff enthält, wie z. B. im Steinöl. Im Wasser zersetzt es sich, wie begreiflich, ziemlich schnell, indem es den Sauerstoff an sich zieht und den Wasserstoff entläßt. Wenn man auf ein Stück Manganmetall haucht, so empfindet man einen eigenthümlichen Geruch, welcher ekelerregend ist und demjenigen gleicht, welcher durch ein kohlenstoffhaltiges Metall erzeugt wird, wenn man dasselbe in eine verdünnte Säure bringt. Ist das Wasser, wo hinein man Manganmetall legt, siedend, so wirkt es auf dieses Metall mit solcher Lebhaftigkeit, daß man glaubt, man habe sich vergriffen und eine verdünnte Säure statt des Wassers angewendet. Alle diese Umstände machen die Bewahrung des Metalles doppelt schwierig. Man thut daher am besten, wenn man das frisch erzeugte Manganmetall sofort in eine Glasröhre bringt und dieselbe an beiden Seiten zuschmilzt.

Verbindungen des Mangans mit dem Sauerstoff.

Wir kennen mit Bestimmtheit fünf solcher Verbindungen, ein Oxydul, welches eine sehr kräftige Base ist, ein Oxyd, welches gleichfalls noch die Rolle einer Base spielt, wiewohl viel schwächer als das Oxydul, ein Superoxyd, den allgemein verbreiteten Braunstein, der weder basisch noch sauer wird, eine Säure und eine Ueberſäure, welche beide sehr entschiedene Charaktere haben.

Manganoxydul, MnO, enthält in 100 Theilen 77,5 Mangan und 22,5 Sauerstoff. Man erhält dieses Präparat, indem man eine höhere Oxydationsstufe des Metalles durch Wasserstoffgas so weit als sich thun läßt reducirt, wobei natürlich der Zutritt der atmosphärischen Luft ausgeschlossen sein muß. Die Operation ist ziemlich einfach und wird folgendermaßen vorgenommen: Eine Glasröhre ab der Figur 1203 zieht man zu einer Spitze b aus, bläst näher nach der Mitte zu sie zu einer Kugel A auf und veranlaßt wiederum nach dem entgegengesetzten Ende der Röhre zu durch Erhitzen in dem Strome der Gebläselampe eine Schnürung c. In die Kugel bringt man das zu reducirende Manganoxyd, dann setzt man einen Apparat zur Entwickelung von Wasserstoffgas zusammen, richtet ihn jedoch so ein, daß das entwickelte Gas durch eine Chlorcalciumröhre gehen kann, wie Figur 1204 zeigt. Die Röhre mit dem salzsauren Kalk wird durch einen Träger gestützt, damit sie mit Leichtigkeit, wie bei a, die mit derselben verbundene Kugelröhre aAb tragen könne.

Fig. 1203.

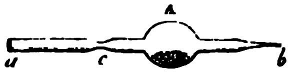
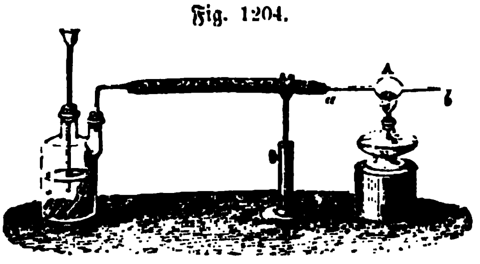


Fig. 1204.



Wenn der Wasserstoffgasstrom in vollem Gange ist und man hat die atmosphärische Luft aus der Kugel durch eben diesen Gasstrom vollständig vertrieben, so setzt man eine Spirituslampe unter die Kugel und erhitzt dieselbe während des Durchganges des Gases bis zum Rothglühen. Man muß aber hierbei eine gewisse Vorsicht nicht verabsäumen, man darf weder die Kugel bis zur Hellrothglühhitze bringen, noch auch die Flamme der Spitze b nähern, *in beiden Fällen* kann eine Explosion entstehen, indem das Wasserstoffgas

sich mit dem Sauerstoffgas zwar in der Regel zu Wasser verbindet, möglicher Weise aber doch Knallgas in der Kugel sein kann, was dann bei der Entzündung natürlich eine Explosion zur Folge haben würde. Hat man kohlensaures Manganoxydul auf solche Weise behandelt, so ist eine solche Gefahr nicht vorhanden, denn in diesem Falle hat das Wasserstoffgas keinen anderen Zweck als die Berührung der Luft mit dem glühenden Salze zu verhindern. Die Hitze verjagt die Kohlensäure und läßt das Oxydul zurück. Die Kohlensäure entweicht mit dem vorhandenen Wasserstoffgas.

Ist die Operation vollendet, so schmilzt man zuerst die Stelle vor der Kugelröhre zu, dann bringt man auch an den verdünnten Hals (siehe die vorige Figur) die Schmelzlampe und schließt hier gleichfalls die Röhre durch Schmelzung ab. Auf diese Art erzeugtes Oxydul bildet ein Pulver von einem klaren Grün, welches man seiner leichten Oxydirbarkeit wegen gleich dem eigentlichen Manganmetalle in einer verschlossenen Röhre bewahren muß, wie hier bemerkt. Wenn die Temperatur, bei der das Oxyd aus einem kohlensauren Salze erzeugt wurde, sehr hoch ist, so ist die Oxydationsfähigkeit des Pulvers nicht so groß, allerdings läßt sich dieses nicht ausführen, wenn man nur eine Glaskugel anwenden kann. Zur Darstellung in einer solchen Art ist eine Röhre von Porzellan erforderlich.

Dieses Oxydul ist dasjenige, welches die gewöhnlichen Mangansalze bildet, dieselben sind krystallinisch und dann röthlich, sind sie jedoch aus ihren Lösungen nicht durch Krystallisation abgeschieden, sondern auf eine andere Weise gefällt, so sind sie farblos. Solche Salze sind gewöhnlich auch nicht löslich im Wasser.

Manganoxyd, Mn_2O_3, enthält in 100 Theilen 69,7 Mangan und 30,3 Sauerstoff. Es ist dasjenige Oxyd, welches unter dem Namen Braunit krystallisirt vorkommt. Es ist beinahe metallglänzend und bildet Octaëder mit quadratischer Grundlage, welche so dunkelbraun sind, daß man sie beinahe für schwarz halten kann. Glas wird dadurch violett gefärbt. Der Amethyst ist nichts weiter als durch dieses Oxyd gefärbter Quarz, daher dieser Halb-Edelstein auch so leicht nachgeahmt werden kann. Dieses Oxyd kommt sehr häufig mit dem vorigen verbunden vor, unterscheidet sich aber davon durch die Farbe seines Pulvers, welches röthlich braun aussieht, indessen das natürlich vorkommende Mineral graphitfarben ist.

Dieses Oxyd ist eine schwache Base, welche nur unbeständige Salze liefert.

Bevor wir zu der ganz indifferenten dritten Oxydationsstufe übergehen, wollen wir noch des Manganoxydoxyduls erwähnen, welches die Formel Mn_3O_4 hat und in 100 Theilen 72 Mangan und 28 Sauerstoff enthält. Es ist zusammengesetzt aus 31 Theilen Manganoxydul und 69 Theilen

Manganoxyd. In der Natur kommt es vor in dem Mineral, welches man Hausmannit nennt. Künstlich wird es dargestellt, wenn irgend ein anderes Manganoxyd sehr heftig geglüht wird, ohne daß man die Luft dabei ausschließt, vermöge dessen kann eine niedrige Oxydationsstufe mehr Sauerstoff aufnehmen und eine höhere giebt ihn an die Luft ab. Die Zusammensetzung dieses Minerals ist ähnlich der des Magneteisensteins, welcher bekanntlich auch aus Oxydulоxyd besteht.

Mangansuperoxyd, MnO_2, heißt auch gewöhnlich Braunstein und enthält in 100 Theilen 63,3 Mangan und 36,7 Sauerstoff. Es ist dasjenige Manganerz, welches am häufigsten vorkommt, in früheren Zeiten fast ausschließlich zur Entfärbung des Glases bei der Schmelzung angewendet wurde, daher sein mineralischer Name, welcher auf die griechische Sprache zurückgeführt werden muß, Pyrolusit, soll sagen, daß es diene, um im Feuer zu waschen, von Pyr und luo, ich wasche. Jetzt wird dieses Erz auch noch in beträchtlicher Menge angewendet, um Chlor darzustellen, wo man dasselbe nicht in flüssiger Form, sondern in Gasgestalt haben will, und dies findet statt bei der Bereitung des Bleichkalks, des Bleichwassers rc. Das Mineral hat eine stahlgraue oder graphitgraue Farbe, es kommt krystallinisch, in strahliger Textur oder auch wohl in deutlich ausgesprochenen Krystallen von der Form länglicher Prismen vor, besitzt Metallglanz, ist aber nicht selten mit anderen Oxydationsstufen verbunden, verunreinigt. Künstlich wird dasselbe dargestellt, wenn man kohlensaures Manganoxydul mit chlorsaurem Kali zusammenschmilzt und die geschmolzene Masse auswäscht. Man wird dies jedoch wohl nicht leicht thun, es sei denn um die Möglichkeit zu zeigen, indem die Darstellung zum Mindesten 100 Mal so viel kosten dürfte als der Ankauf. Wenn man diesen Braunstein in einer irdenen Retorte glüht, wie man zu thun pflegt, um Sauerstoffgas zu erzeugen, und man setzt das Glühen fort, bis sich kein Sauerstoff mehr entwickelt, so erhält man im Rückstande dasjenige Oxyd, was wir vorhin als Manganoxydulоxyd betrachtet haben und was man auch rothes Manganoxyd nennt.

Auch mit Schwefelsäure gekocht giebt dieses Mineral Sauerstoff her, indeß sich schwefelsaures Manganoxydul bildet. Dieses Mineral ist sehr negativ elektrisch. Zu der Zeit, wo man Spielerei mit dem sogenannten Perpetuum mobile trieb und durch sogenannte trockene Säulen, Volta'sche Apparate ohne Feuchtigkeit (wie man behauptete, aber fälschlich, denn wenn wirklich keine Feuchtigkeit vorhanden ist, hört alle Wirkung auf) Anziehung und Abstoßung, also Bewegung und gar unendlich lange fortdauernde Bewegungen hervorbringen wollte, bediente man sich dieses Minerals in Pulverform, um das negative Metall dadurch zu ersetzen, und es ist

zu leugnen, daß dieses vollkommen gelang, nur war natürlich von ewiger Dauer keine Rede, nach einigen Jahren erreichte die Ewigkeit dieses Apparats ihr Ende.

Die Oxyde des Mangans werden häufig angewendet um ihres Sauerstoffes willen, sie sind mithin um so viel mehr werth als mehr Sauerstoff darin enthalten ist. Es muß daher wünschenswerth sein, diesen Gehalt feststellen zu können, und das ist ganz leicht, indem sie mit Salzsäure verbunden Chlor frei machen und zwar um so mehr, je mehr Sauerstoff sie enthalten. 43 Theile reines Superoxyd können 35 Theile Chlor entwickeln und diese sind im Stande, 278 Theile krystallisirten Eisenvitriol in schwefelsaures Eisenoxyd umzuwandeln. Die Prüfung wird also folgende sein. Man wägt 50 Gran des zu prüfenden Braunsteins und zerreibt denselben äußerst zart. Nun wägt man 319 Gran Eisenvitriol eben so sorgfältig ab und bringt den Braunstein in eine Flasche mit $\frac{1}{2}$ Unze starker Salzsäure. Hierauf setzt man von dem abgewogenen Eisenvitriol nach und nach kleine Portionen zu, indem man fortwährend umrührt und zuletzt die Flüssigkeit leicht erwärmt.

Man nimmt nun einen Tropfen einer Auflösung von rothem Blutlaugensalz und bringt denselben auf einen Porzellanteller, dazu bringt man einen Tropfen aus der vorhin bereiteten Lösung. So lange sich noch kein blauer Niederschlag bildet, darf man noch von dem Eisensalze zusetzen, sowie sich aber ein solcher Niederschlag zeigt, so ist dieses ein Beweis, daß ein wenig Eisenvitriol in der Flüssigkeit überschüssig ist.

Nunmehr wägt man diejenige Menge Eisenvitriol ab, welche man nicht gebraucht hat, und die Menge des rückständigen Salzes ist der Maßstab des geringeren Werths des geprüften Braunsteins, je größer dieser Rückstand ist, desto schlechter war die Beschaffenheit des geprüften Minerals. Wäre der Braunstein wirklich reines Superoxyd gewesen, so würden die oben gedachten 319 Gran Eisenvitriol vollständig verbraucht worden sein, sie würden 50 Gran oder 100 Prozent Superoxyd anzeigen. Wird aber nur weniger Eisenvitriol verbraucht, so ist die Sauerstoffmenge in diesem Verhältniß geringer. Man kann dieses durch eine einfache Proportion, durch ein Regelbetri-Exempel ermitteln. Wenn 319 Theile Eisenvitriol bei obigem Experiment 100 Theile reines Superoxyd anzeigen, wie viel zeigen dann 200 Theile Eisenvitriol an? $319 : 100 = 200 : x$ und dieses x beträgt, wenn man die beiden mittelsten Stellen mit einander multiplicirt und durch die vorderste Stelle dividirt, $62\frac{218}{319}$, d. h. ungefähr $62\frac{2}{3}$.

Ein solcher Braunstein würde überaus schlecht sein, dennoch giebt es keinen, der in 100 Theilen auch wirklich 100 Theile Superoxyd hätte, der allerbeste, den man erhält und der von Ilmenau oder Ilefeld kommt, hat

doch nur 93 Prozent, ja man hält denselben schon für sehr gut, wenn er 80 bis 85 Prozent hat.

Mangansäure und Uebermangansäure. Die erstere hat zur Formel MnO_3, die andere Mn_2O_7, die erstere hat in 100 Theilen 53,5 Mangan und 46,5 Sauerstoff, die Uebermangansäure hat in 100 Theilen 49,7 Mangan und 50,3 Sauerstoff.

Beide Verbindungen des Manganmetalles mit dem Sauerstoff werden erhalten, wenn man kaustisches Kali mit Braunstein unter Zutritt von Sauerstoff oder unter Zusatz von Substanzen, welche dieselben leicht entwickeln, erhitzt. Wenn man unter Ausschluß der atmosphärischen Luft gleiche Theile von sehr fein vertheiltem Mangansuperoxyd und kaustischem Kali erhitzt und man löst alsdann die hierdurch erhaltene Masse in möglichst wenig Wasser auf, so erhält man eine grüne Flüssigkeit und es bleibt ein rothbraunes Pulver zurück, welches eine Mengung von Oxydul und Oxyd des Manganmetalles ist. Die grüne Flüssigkeit enthält eine Verbindung von Kali und Mangansäure, KO, MnO_3, überdies aber ist darin noch ein Ueberschuß von Kali enthalten.

Ein Theil des Manganüberoxydes hat sich bei dieser Operation zersetzt und ist in das Oxydoxydul übergegangen, der Sauerstoff, den dieser Theil abgegeben hat, ist zu dem andern Manganüberoxyd getreten und hat dasselbe in Mangansäure verwandelt.

Man erhält eine größere Quantität von mangansaurem Kali, wenn man die Calcination unter Zutritt der Luft, oder noch besser, wenn man sie in einer Atmosphäre von Sauerstoff ausführt. Man mischt 1 Theil Mangansuperoxyd fein gepulvert mit 1 Theil kaustischem Kali, welches man in der kleinstmöglichen Quantität Wasser aufgelöst hat. Man trocknet diese schwer bewegliche Paste in einem Porzellangefäß bei gelinder Wärme, dann zerbricht man diese Masse und bringt sie in eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase ef in der nachfolgenden Figur 1205, diese Röhre liegt in einer Kohlenpfanne und kann dadurch in starke Glühhitze versetzt werden. In dem Gasbehälter AC befindet sich Sauerstoffgas, welches man durch Einfüllen von Wasser in die Oberabtheilung vertreiben kann, durch den Hahn e leitet man dasselbe durch eine oder zwei Uförmig gebogene Röhren T welche mit Chlorcalcium gefüllt sind, um das Gas dadurch zu trocknen; wenn dasselbe nunmehr über die in der Röhre befindliche Verbindung von Kali und Mangansuperoxyd streicht, so wird das Sauerstoffgas dadurch zum größten Theile aufgenommen. Man kann die Operation sehr gut regeln, wenn man an das Ende der Glühröhre eine gebogene bb Glasröhre bringt welche in ein Gefäß mit Wasser taucht, worin ein damit gefüllter Glascylinder steht. Wenn sich hier viele Gasblasen z

so ist die Operation nicht gut im Gange, d. h. die Glühhitze ist nicht stark genug, um den größten Theil oder wohl allen Sauerstoff aufzunehmen,

Fig. 1205.



oder es ist auch möglich, daß durch den Wasserdruck mehr Gas durch die Röhre getrieben wird, als darin absorbirt werden kann; dies wird ganz leicht durch einen Versuch zu ermitteln sein. Die Operation dauert ziemlich lange, wenn man Mangansäure in einigermaßen beträchtlicher Menge haben will, ist sie nun beendet, so löst man die erkaltete Masse, welche aus der Röhre genommen worden, in kaltem Wasser auf und erhält eine Flüssigkeit von prächtiger, tief smaragdgrüner Farbe; um sie zu filtriren, legt man einen Knäuel von lockeren Asbestfäden in die Oeffnung eines Trichters und gießt dann die Flüssigkeit darauf.

Man will dieselbe nunmehr zur Krystallisation abdampfen, dies darf aber nicht durch die Wärme geschehen, sondern es muß mittelst der Luftpumpe bewerkstelligt werden. Auf den Teller der Luftpumpe setzt man ein flaches Gefäß mit rauchender Schwefelsäure, auf einen Rahmen, der über demselben liegt, setzt man in einer gleichfalls flachen Schaale die zu krystallisirende Flüssigkeit, deckt über beides eine Glocke und sucht nun so schnell wie möglich die Luft auszuziehen.

Im luftleeren Raum verdampft das Wasser sehr schnell, es füllt sich der Raum der Glocke augenblicklich mit Wasserdämpfen an, dieselben werden mit großer Hast von der Schwefelsäure aufgenommen, dadurch würde die Glocke leer von Dämpfen werden, die grüne Flüssigkeit giebt aber wieder genug Dämpfe her, indessen sobald sie erschienen sind, werden sie wieder von der Schwefelsäure verschluckt, so findet ein fortwährendes Entweichen von Dämpfen aus der grünen Flüssigkeit und ebenso ein fortwährendes Verschlucken derselben durch die Schwefelsäure statt, bis endlich die Lösung dergestalt concentrirt ist, daß sie zu krystallisiren beginnt. Die sich bildenden Krystalle bestehen aus mangansaurem Kali, sind aber meistentheils

untermengt mit weißen Krystallen von Kalihydrat. Man kann sie jedoch leicht durch Auslesen sondern und so die grünen für sich erhalten. Die grünen Krystalle bringt man nun auf eine ausgeglühete Thonplatte, welche die Feuchtigkeit, die Mutterlauge davon aufnimmt.

Die grünen Krystalle von mangansaurem Kali (KO, MnO_3) lösen sich unverändert in concentrirter Aetzkalilauge und setzen sich nach der Abdampfung der Flüssigkeit wieder unverändert krystallinisch an, aber wenn man sie in reinem Wasser auflöst, so zersetzen sie sich unmittelbar darauf. Man erhält eine Auflösung von schöner rother (nicht grüner wie vorhin) und es bleibt ein Niederschlag von brauner Farbe, welcher das Hydrat des Manganüberoxydes ist. Die Auflösung enthält nicht mehr mangansaures Kali, sondern übermangansaures Kali (KO, Mn_2O_7).

Diese leichte Zersetzlichkeit der Mangansäure selbst im Zustande der Verbindung mit einer so kräftigen Base, wie es das Kali ist, hindert die Darstellung im isolirten Zustande.

Wenn man das Manganüberoxyd in Berührung mit Sauerstoff und unter Zusatz von Natron oder Baryt erhitzt, so erhält man mangansaures Natron oder mangansaures Baryt, das letztere ist ein grünes Pulver, welches beinahe unlöslich im Wasser ist.

Wenn man die in der vorigen Operation dargestellte Masse von mangansaurem Kali, kaustischem Kali und Manganoxyd durch heißes Wasser auflöst und die Flüssigkeit einige Minuten kochen läßt, so erhält man eine kräftig roth gefärbte Flüssigkeit, welche man nach dem Erkalten auf die vorhin beschriebene Weise über Schwefelsäure abdampfen kann, nachdem sie durch Asbest filtrirt worden ist. Nach der Abdampfung erhält man prismatische Krystalle von dunklem Roth, sie sind das übermangansaure Kali.

Um dasselbe in einigermaßen beträchtlicher Menge zu erzeugen, schlägt man einen andern Weg ein. Man pulverisirt reinen Braunstein auf das Feinste und mengt ihn mit chlorsaurem Kali, man löst ferner eine Quantität kaustischen Kali's in möglichst wenig Wasser und setzt dazu die vorhin gedachte Mengung von Manganüberoxyd und chlorsaurem Kali, man trocknet nunmehr den Teig in einem Porzellangefäß, wobei sich sogleich eine ziemlich bedeutende Quantität von mangansaurem Kali bildet, man bringt die Substanz nach dem Trocknen in einen hessischen Schmelztiegel, den man langsam bis zur dunklen Rothglühhitze erwärmt. Nach dem Erkalten kocht man die herausgenommene Substanz in einem Glasballon mit Wasser, die rothe Lösung wird durch Asbest filtrirt und dann bei einer schwachen Erhitzung durch die Weingeistlampe so weit concentrirt, daß sich Kri bilden können, dieselben schießen nunmehr aus der Flüssigkeit an und [illegible]

übermangansaures Kali. Um es recht rein zu erhalten, muß man es nochmals in kochendem Wasser auflösen und von Neuem krystallisiren lassen, wo dann die Mutterlauge die Unreinigkeiten zurückhält. In heißem Wasser löst sich dieses Salz ziemlich leicht, des kalten Wassers braucht man 16 Theile zur Auflösung des Salzes, daher dasselbe beim Erkalten einer kochend gemachten Lösung leicht krystallinisch anschießt.

Wenn man in eine solche heiße Lösung eine Auflösung von salpetersaurem Silber gießt, so giebt die gemischte Flüssigkeit beim Abkühlen wunderschöne Krystalle von übermangansaurem Silber, durch dieses Präparat kann man die mehrsten anderen übermangansauren Salze darstellen. Es genügt, mit einem bekannten Gewicht dieses Salzes eine solche Menge eines Chlormetalles zu mischen, daß das Chlor, welches davon eingeschlossen ist, genau das mangansaure Silber in Chlorsilber verwandelt. Man schüttelt nunmehr die Mischung, überläßt sie vollständiger Ruhe und sondert dann das Chlorsilber durch Abgießen oder durch Filtration über Asbest von der Flüssigkeit.

Die Salze von Baryt und Strontian mit der Mangansäure gebildet sind grün und im Wasser löslich, Kali- und Natronsalze sind gleichfalls grün, aber die Schattirung ist viel dunkler, sie sind in Alkalilauge löslich, ohne daß sie sich zersetzen. Im Wasser gelöst bleiben sie nicht grün, wie in der Kalilauge, sondern sie geben eine sehr schöne rothe Lösung von einem übermangansauren Salze, wobei sie Superoxyd ausscheiden. Man nennt dieses Präparat ein mineralisches Chamäleon. Da in der Regel das Alkali im Ueberschusse vorhanden ist, so ist die Lösung Anfangs grün, weil keine Zersetzung stattfindet, sobald aber eine Säure dazu gebracht wird, tritt auch die Zersetzung ein und die Flüssigkeit wird roth. Es bedarf übrigens, wenn man sich Zeit lassen will, keines besonderen Zusatzes, indem aus der Luft Kohlensäure aufgenommen wird. Die grüne Lösung wird violett, dann hellroth, zuletzt farblos (weil die Anfangs entstandene Uebermangansäure nach und nach in Sauerstoff und Superoxyd zerfällt). Setzt man stark oxydirbare, Sauerstoff leicht aufnehmende Substanzen zu der Lösung, so entsteht die Zersetzung augenblicklich unter sofort eintretender Entfärbung. Schweflige Säure, arsenige Säure, Schwefelwasserstoff rc. thun dieses sofort.

Man kann die Uebermangansäure frei in einer Auflösung von Wasser erhalten; um dieses zu bewerkstelligen, zersetzt man übermangansauren Baryt durch Schwefelsäure, welche man höchst behutsam und nur Tropfen für Tropfen zusetzt. Es entsteht schwefelsaurer Baryt, der in Wasser völlig unlöslich ist und darin zu Boden sinkt. Die Flüssigkeit aber, welche behutsam abgegossen wird, enthält die Uebermangansäure in Wasser

aufgelöst, leider ist sie nicht beständig, das schöne Roth derselben verschwindet nach und nach, selbst in der Kälte, sie zersetzt sich vollständig.

Organische Substanzen zersetzen die mangansauren und übermangansauren Verbindungen sehr schnell, indem sie ihnen einen Theil ihres Sauerstoffes entziehen, deshalb darf man solche Lösungen nicht durch Papier oder Leinwand filtriren. Wenn man über ein solches Filtrum eine rothe Auflösung von übermangansaurem Kali bringt, so fließt dieselbe grün durch das Papier; wenn die Flüssigkeit sehr verdünnt ist oder die Filtration sehr langsam vor sich geht, so wird die Flüssigkeit sogar vollständig farblos, und das Papier färbt sich dafür sehr kräftig braun durch das Hydrat von Manganüberoxyd, welches sich in den Poren des Papiers absetzt.

Selbst die Lösung der Uebermangansäure in Wasser ist nicht beständig, es findet schon bei gewöhnlichen Temperaturen eine langsame, bei 30 und mehr Grad aber eine sehr rasche und lebhafte Abscheidung von Sauerstoffgas statt, wodurch in der Flüssigkeit das Hydrat des Superoxydes entsteht und sich natürlich zu Boden sinkend ausscheidet. Bringt man leicht oxydirbare Körper mit dieser Säure in Verbindung, so tritt sie denselben einen großen Theil ihres Sauerstoffes ab, so daß sie zu Superoxyd, ja wohl gar zu Manganoxydul herabsinkt.

Obwohl man behauptet, die Lösung nicht concentriren zu können, so soll dieselbe doch durch Professor Hühnefeld isolirt aufbewahrt worden sein. Mangansaurer Baryt wurde mit heißem Wasser behandelt, wodurch er in Mangansuperoxyd und übermangansauren Baryt zerfällt wurde. Es wurde nunmehr so viel Phosphorsäure zugesetzt, als genau erforderlich war, um den Baryt zu neutralisiren, wodurch die Uebermangansäure in Freiheit gesetzt und mit Wasser ausgezogen werden konnte. Diese Lösung gestattete, daß man sie zur Trockenheit eindampfte. Der Rückstand wurde nochmals aufgelöst, abgedampft und erschien alsdann in einer rothbraunen, krystallinischen Masse, welche in Wasser bequem auflöslich war.

Die Salze der Säure sind sämmtlich von prächtig purpurrother Farbe, in Wasser löslich, mehr oder minder schwer, sind aber alle leicht zersetzbar. Viele derselben verpuffen, wenn sie trocken mit einem brennbaren Körper verrieben werden. Wenn man auf mangansaures Kali concentrirte Schwefelsäure gießt, so brechen rothe Flammen aus der Masse hervor und in die Luft fliegen braune Fäden und Flocken von Manganoxyd umher, es ist also diese Säure bei der Temperatur, bei welcher sie zersetzt wird, [illegible] und brennbar.

Verbindungen des Mangans mit dem Schwefel.

Mangansulfuret, Schwefelmangan, MnS, enthält in 100 Theilen 63 Mangan und 37 Schwefel, kommt in der Natur vor als Manganglanz oder Manganblende und krystallisirt in Würfeln.

Künstlich kann dieses Schwefelmangan nicht dargestellt werden, indem man, wie bei anderen Metallen, lediglich Mangan mit Schwefel zusammenschmilzt; um dies Präparat zu bereiten, muß man entweder ein Manganoxyd oder kohlensaures Manganoxydul mit Schwefel mischen und dann erhitzen. Das Präparat ist pulverig oder derb, von grüner Farbe, wird selbst von schwachen Säuren, wie Essigsäure, zersetzt indem dieselben Schwefelwasserstoffgas verjagen. Wenn man ein Manganoxydulsalz auflöst und in die Lösung das Hydrat von Schwefelammon bringt, so erhält man gleichfalls Schwefelmangan von fleischfarbigem Ansehen; dasselbe ist ein Hydrat, wird aber schon durch das bloße Trocknen zersetzt, indem es sich dunkel färbt, dagegen kann man dasselbe noch auf andere Weise bereiten, indem man sich eine völlig neutrale Lösung von essigsaurem Manganoxydul bildet und hier hinein Schwefelwasserstoffgas leitet. Es entsteht rothes Schwefelmangan, welches getrocknet werden kann, ohne sich zu verändern. In sehr verdünnter Essigsäure löst dasselbe sich auf, aber es wird auch zugleich zersetzt, indem sich Schwefel ausscheidet. Ob dieses dieselbe Substanz ist, wie jene oben bereitete von grüner Farbe, dürfte wohl zweifelhaft sein.

Wenn man schwefelsaures Manganoxydul in einer Porzellanröhre zum Glühen bringt und Wasserstoffgas darüber leitet, so erhält man ein sauerstoffhaltiges Sulfuret (MnO, MnS), dasselbe ist von hellem, schönem Grün, verändert sich an der Luft nicht, verwandelt sich aber beim Erhitzen unter Feuererscheinung in Oxydoxydul, während der Schwefel entweicht.

Mangan und Phosphor können mit einander verbunden werden, wenn man Manganchlorür in einem Strom von Phosphorwasserstoffgas erhitzt, es entsteht ein schwarzes Pulver, das Phosphormangan. Man kann dasselbe aber auch (wiewohl mit viel mehr Umständen) als ein ziemlich festes, metallisches Stück bekommen wenn man 10 Theile geglüheten Braunstein, 10 Theile weiß gebrannte Knochen, 5 Theile Quarzsand und 3 Theile Kienruß zusammenschmilzt, wozu vollständige Schmelzhitze des Eisens erforderlich ist. Man hat dann in dem Tiegel oben eine braune, durchsichtige Schlacke, unten aber einen krystallinischen Metallkörper von der Farbe des Gußeisens und von einem specifischen Gewicht von 6,0. Es

untermengt mit weißen Krystallen von Kalihydrat. Man kann sie jedoch leicht durch Auslesen sondern und so die grünen für sich erhalten. Die grünen Krystalle bringt man nun auf eine ausgeglühete Thonplatte, welche die Feuchtigkeit, die Mutterlauge davon aufnimmt.

Die grünen Krystalle von mangansaurem Kali (KO, MnO_3) lösen sich unverändert in concentrirter Aetzkalilauge und setzen sich nach der Abdampfung der Flüssigkeit wieder unverändert krystallinisch an, aber wenn man sie in reinem Wasser auflöst, so zersetzen sie sich unmittelbar darauf. Man erhält eine Auflösung von schöner rother (nicht grüner wie vorhin) und es bleibt ein Niederschlag von brauner Farbe, welcher das Hydrat des Manganüberoxydes ist. Die Auflösung enthält nicht mehr mangansaures Kali, sondern übermangansaures Kali (KO, Mn_2O_7).

Diese leichte Zersetzlichkeit der Mangansäure selbst im Zustande der Verbindung mit einer so kräftigen Base, wie es das Kali ist, hindert die Darstellung im isolirten Zustande.

Wenn man das Manganüberoxyd in Berührung mit Sauerstoff und unter Zusatz von Natron oder Baryt erhitzt, so erhält man mangansaures Natron oder mangansaures Baryt, das letztere ist ein grünes Pulver, welches beinahe unlöslich im Wasser ist.

Wenn man die in der vorigen Operation dargestellte Masse von mangansaurem Kali, kaustischem Kali und Manganoxyd durch heißes Wasser auflöst und die Flüssigkeit einige Minuten kochen läßt, so erhält man eine kräftig roth gefärbte Flüssigkeit, welche man nach dem Erkalten auf die vorhin beschriebene Weise über Schwefelsäure abdampfen kann, nachdem sie durch Asbest filtrirt worden ist. Nach der Abdampfung erhält man prismatische Krystalle von dunklem Roth, sie sind das übermangansaure Kali.

Um dasselbe in einigermaßen beträchtlicher Menge zu erzeugen, schlägt man einen andern Weg ein. Man pulverisirt reinen Braunstein auf das Feinste und mengt ihn mit chlorsaurem Kali, man löst ferner eine Quantität kaustischen Kali's in möglichst wenig Wasser und setzt dazu die vorhin gedachte Mengung von Manganüberoxyd und chlorsaurem Kali, man trocknet nunmehr den Teig in einem Porzellangefäß, wobei sich sogleich eine ziemlich bedeutende Quantität von mangansaurem Kali bildet, man bringt die Substanz nach dem Trocknen in einen hessischen Schmelztiegel, den man langsam bis zur dunklen Rothglühhitze erwärmt. Nach dem Erkalten kocht man die herausgenommene Substanz in einem Glasballon mit Wasser, die rothe Lösung wird durch Asbest filtrirt und dann bei einer schwachen Erhitzung durch die Weingeistlampe so weit concentrirt, daß sich Krystalle bilden können, dieselben schießen nunmehr aus der Flüssigkeit an und geben

Eine zweite Chlorstufe bildet das Manganchlorid, Mn_2Cl_3, es wird dargestellt, indem man Manganoxyd mit Salzsäure behandelt, es entsteht eine Lösung von tiefbrauner Farbe, in welcher sich das Chlorid befindet.

Mangansuperchlorid, Mn_2O_7, ist eine dritte Verbindung des Mangans mit dem Chlor, welches ein grünliches Gas bildet, das sich bei einer Temperatur von weniger als 0 Grad zu einer grünlich braunen Flüssigkeit verdichtet, welches sich aber leicht zersetzt, indem sie die Feuchtigkeit der Luft anzieht und rothe Nebel von Uebermangansäure und von Salzsäure ausgiebt.

Mit Brom, mit Fluor, Cyan und Rhodan entstehen gleichfalls Haloidsalze, welche jedoch für uns ein geringes Interesse haben.

Die erste dieser Chlorverbindungen wird in sehr großen Massen als Nebenprodukt von der Bereitung der Bleichpräparate gewonnen. Wo man den Bleichkalk und die verschiedenen Bleichwasser aus Kali oder Natron in Verbindung mit Chlor bereitet, fällt immer eine Chlorverbindung des Mangans ab, es wird daselbst nämlich das Manganüberoxyd mit Chlorwasserstoffsäure übergossen, um das Chlor in Gasgestalt zu gewinnen. Aber wie wir bereits wissen, ist dieses Präparat niemals rein, es enthält immer eine nicht unbeträchtliche Menge freier Salzsäure und dann Chlorcalcium, Chlorbarium, ferner Verbindungen des Chlors mit Kobalt, Kupfer, Nickel, Blei rc.

Mehrere auf einander folgende Waschungen und Lösungen befreien dieses Produkt von den mehrsten fremden Theilen. Man löst den Rückstand auf, gießt die Lösung von dem Bodensatze ab und verdampft sie bis zur Krystallisation. Die Krystalle, aus der Mutterlauge herausgenommen, werden von Neuem gelöst, abgedampft und wieder krystallisirt rc., bis nichts weiter zu gewinnen ist durch die Fortsetzung dieser Operation. Das Eisen wird leider immer noch zurückbehalten und um das Manganchlorür hiervon zu befreien, thut man immer am besten, das so weit gereinigte Präparat mit kohlensaurem Kalk oder Baryt zu verbinden und zu kochen. Es wird dadurch das Eisen in Gestalt eines Oxydhydrats ausgeschieden.

Wenn das Manganchlorür etwa Blei oder Kupfer enthält, so scheidet man diese Metalle durch Fällung mittelst Schwefelwasserstoffsäure daraus. Kobalt oder Nickel wird durch Schwefelwasserstoff und Ammoniak abgesondert, man setzt davon der Lösung immer nur sehr wenig bei und hört in dem Augenblicke auf, wo das Mangansalz selbst sich als ein rosenrother Niederschlag zu zeigen beginnt.

Nunmehr wird die Lösung durch kohlensaures Natron gefällt und man [illegible] kohlensaures Mangan von solcher Reinheit, daß es benutzt werden [illegible] alle anderen [illegible] darzustellen.

Um das Manganchlorür unmittelbar und ganz frei von Eisen ; halten, verwandelt man das Ueberoxyd desselben in sehr feines P wäscht dasselbe mit schwacher Chlorwasserstoffsäure, um die kohlen Erden aufzulösen, welche gewöhnlich mit diesem Mineral verbunde Nachdem dieses geschehen und man das gereinigte Erz getrocknet ha hitzt man es, verbunden mit der Hälfte seines Gewichts Ammonia dunkler Rothglühhitze, es bildet sich dabei das verlangte Manganc welches mit einer gewissen Menge des unveränderten Mangansuper vereinigt bleibt, indessen sich Stickstoffgas, Ammoniakgas und A verflüchtigt.

Wenn man den Rückstand mit kochendem Wasser auszieht, e und krystallisiren läßt, erhält man ein sehr reines Chlorsalz, welche Spur von Eisen enthält.

Dieses Manganchlorür ist in der Färberei sehr häufig benutz schöne, braune Farben zu erzielen, es wird auch wohl angewendet, u Leuchtgas zu reinigen, weil dieses Salz mit großer Leichtigkeit die riechenden Ammoniakgase und Schwefelwasserstoffantheile, welche jede das Produkt der Destillation von Steinkohlen sind, aufnimmt. Es i fraglich, ob dasselbe nicht viel theurer ist, als der Aetzkalk und die b gebildete Kalkmilch, denn auf den Preis und nicht auf die Güte kom ja doch dem Fabrikanten meistens an.

Sauerstoffsalze der Manganoxyde.

Schwefelsaures Manganoxydul, MnO, SO_3, enthält i Theilen 57 Manganoxydul und 43 Schwefelsäure.

Dieses Salz ist farblos oder ganz schwach rosenroth, sehr lösl Wasser und durch Erkältung sehr leicht krystallisirbar. Die Krystall halten sämmtlich Wasser und zwar in sehr verschiedenen Verhältniss nach der Temperatur, bei welcher sie ausgeschieden sind; zwischen 6 Grad Wärme enthalten sie 7 Aequivalent Wasser, zwischen 8 und 1 enthalten sie nur 4 Aequivalent, bei noch höherer Temperatur enthalten sie nur 3 Aequivalent.

Man bereitet dieses Salz dadurch, daß man ein Gemenge säure und Manganüberoxyd zu einer Paste vereinigt u mäßig erwärmt, es bildet sich so ein neutrales und ein

salz des Mangans, welches letztere unlöslich ist und daher durch Wasser leicht von den anderen löslichen Salzen geschieden werden kann. Da das käufliche Manganerz niemals rein ist, namentlich Eisenoxyd enthält, so entfernt man dieses durch kohlensaures Manganoxydul. Die nunmehr reine Flüssigkeit, der Verdampfung ausgesetzt, giebt Krystalle von schwefelsaurem Manganoxydul, welche sehr rein sind.

Für die beste Methode, dieses Salz zu bereiten, hält Fremy das Ausglühen einer Mengung von gleichen Theilen Eisenvitriol und gewöhnlichem Braunstein. Die erkaltete Masse tritt an das Wasser nur das schwefelsaure Mangansalz, keineswegs aber das Eisensalz ab, welches mit dem überschüssig vorhandenen Braunstein ungelöst zurückbleibt. Da es die Schwefelsäure ist, welche das Eisen unlöslich macht, so gelangt man ohne einen neuen Zusatz eines Eisensalzes zu demselben Ziele, indem man den Braunstein mit concentrirter Schwefelsäure anrührt, zur Trockenheit abdampft und daraus das eisenfreie Manganoxydul durch Wasser auszieht.

In England, wo dieses Salz in der Färberei stark benutzt wird, hat man eine von den bisher angeführten ganz abweichende Bereitungsmethode. Man nimmt 9 Theile Braunstein und 1 Theil Steinkohlen, beides gepulvert und wohl gemengt, und bringt es in eine große thönerne Retorte, gewöhnlich eine solche, wie man sich ihrer zur Leuchtgasfabrikation bedient. Es wird hier Manganoxydul gebildet, welches man in Schwefelsäure auflöst, zur Trockenheit abdampft und den Rückstand nochmals in der Retorte zum Glühen bringt. Bei der Auflösung mit Wasser wird nur reines, schwefelsaures Manganoxydul aufgenommen.

Die Hydrate dieses Salzes haben je nach der Menge Wasser, welche sie enthalten, sehr verschiedene Eigenschaften, auch gehen sie unter gewissen Bedingungen in einander über. Das schwefelsaure Salz mit 7 Aequivalent Wasser ($MnO, SO_3, 7HO$) effloreseirt, wenn man es bei einer Temperatur von 10 bis 12 Grad erhält, es verwandelt sich dabei in ein Hydrat, welches nur 6 Aequivalent Wasser enthält, wird es noch weiter bis auf 18 Grad erwärmt, so entsteht hieraus dasjenige Hydrat, welches nur 4 Aequivalent Wasser hat.

So wie hier die Temperatur das Wasser vertreibt, so zieht wasserfreier Alkohol dasselbe an. Bei einer Temperatur von 10 Grad entzieht er dem reichhaltigsten Hydrat 2 Aequivalent Wasser, bei 20 Grad entzieht er demselben 3 Aequivalent. Noch kräftiger entwässernd wirkt die concentrirte Schwefelsäure, welche, unterstützt von der Wärme, dem Salze 6 Aequivalent Wasser entzieht. Das Hydrat kann demnach jede Stufe von 1 bis 7 enthalten (MnO, SO_3, HO bis $MnO, SO_3, 7HO$).

[illegible] Mangansalz verbindet sich mit den schwefelsauren Alkalien und

ist übrigens zweifelhaft, ob dieser Körper wirklich nur Phosphormangan oder ob er eine Mengung von zwei verschiedenen Phosphorverbindungen sei.

Verbindungen des Mangans mit den Salzbildern.

Manganchlorür oder Chlormangan, MnCl, enthält in 100 Theilen 44 Mangan und 56 Chlor, dasselbe wasserhaltig krystallisirt hat zur Formel $MnCl + 4HO$ und in 100 Theilen 67 Manganchlorür und 36 Wasser.

Wenn man irgend ein Manganoxyd oder wenn man kohlensaures Manganoxydul in heißer Salzsäure auflöst, so enthält die Lösung dieses Chlorür, wenn man also Salzsäure auf Braunstein gießt und das Gemenge erhitzt, um daraus Sauerstoff zu entwickeln, so besteht der Rückstand zum großen Theile aus diesem Chlorür, welches daraus zur Benutzung in der Färberei gewonnen werden kann, nur ist bei diesem Präparat die Anwesenheit von Eisen störend, welche in dem Mangansuperoxyd stets enthalten ist, man scheidet es daraus, indem man den gedachten Rückstand so lange erhitzt, bis alle Flüssigkeit abgedampft ist und bis eine mit Wasser ausgewasche Probe dieser Salzmasse Blutlaugensalz weiß niederschlägt. Die Erhitzung hat nämlich, wenn sie lange genug gedauert hat und stark genug gewesen ist, das mit dem Manganchlorür gleichzeitig entstehende Eisenchlorid verflüchtigt. Eine bessere Bereitungsweise hat Wöhler angegeben. Man pulvert Braunstein äußerst fein, nimmt zu 2 Theilen desselben 1 Theil Salmiak, mengt beides gut und erhitzt es allmälig bis zum Glühen. Hier wird nunmehr das Manganchlorür gebildet und es kann durch Wasser aus der Masse gezogen werden, worauf man nach der Abdampfung eine röthliche, körnig krystallinische Masse erhält, die sich zu tafelförmigen Krystallen gestaltet; wenn die Auflösung sehr langsam verdunstet, wird dieses natürlich wasserhaltiges Chlorür. Um aus diesem das wasserfreie zu erhalten, entwässert man dasselbe dadurch, daß man ganz trockenes Salzsäuregas darüber hinwegstreichen läßt, dasselbe ist nicht flüchtig, ist aber leicht schmelzbar und giebt beim Erstarren eine röthliche, blättrige Masse. 100 Theile Wasser lösen bei gewöhnlicher niedriger Temperatur 38 Theile des Chlorürs auf, die Löslichkeit steigt bis zur Temperatur von 63 Grad, bei welcher 100 Theile Wasser 55 Theile des Chlorürs auflösen, steigert man von hier ab die Temperatur noch weiter, so verringert sich die Auflöslichkeit immer mehr. Absoluter Alkohol kann von diesem Salze die Hälfte seines Gewichts aufnehmen.

ondere Härte des Stahls dem Mangan zuzuschreiben. Früherhin hat
n auch bei der Fabrikation des Cementstahls dem Cementpulver jeder=
t manganhaltige Substanzen zugesetzt.

Es giebt noch eine große Menge Salze des Mangans mit allen mög=
en Säuren, doch haben dieselben für uns eine geringe Bedeutung, daher
r sie füglich übergehen können.

Scheidung des Mangans von anderen Metallen.

Gewöhnlich schlägt man Mangan aus den Auflösungen, in denen dasselbe
befindet, dadurch nieder, daß man kohlensaures Natron in die vorher
end gemachte Lösung bringt. Es fällt dabei kohlensaures Manganoxydul
der, man wäscht dasselbe mit kochendem Wasser sorgfältig aus und calci=
t es bei lebhafter Glühhitze, um es in rothes Manganoxyd zu verwan=
n (Mn_3O_4), welches in 100 Theilen 72,11 Manganmetall enthält.
s kohlensaure Manganoxydul auf dem Filtrum gesammelt und getrocknet,
d mit sammt diesem in einem Platintiegelchen verbrannt. Man bringt
mehr diesen Tiegel mit seinem Deckel sorgfältig verschlossen in einen
eren Schmelztiegel, deckt auch diesen zu und bringt beides in eine starke
thglühhitze. Wenn die Flüssigkeit, aus der man das Mangan bestimmen
l, viele Ammoniaksalze enthält, so ist es nöthig, das kohlensaure Natron
Ueberschuß zuzusetzen und diesen Ueberschuß späterhin durch Auflösung
Wasser hinweg zu nehmen.

Das Manganmetall wird von den alkalischen Metallen entweder durch
lensaures Natron oder durch schwefelsaures Ammoniak geschieden, wo=
rch es niedergeschlagen wird, im letztgedachten Falle als Schwefelmetall.
an wäscht diesen Niederschlag mit Wasser, worin ein wenig Schwefel=
sserstoffgas enthalten ist, löst denselben dann in einer Säure auf und
lt das Mangan durch kohlensaures Natron.

Man trennt das Manganmetall sehr leicht von den metallischen Grund=
gen des Baryts und des Strontians, indem man in die Auflösung
wefelsaures Natron bringt, welches Baryt und Strontian in schwefel=
rem Zustande ausscheidet. Von Kalk und Magnesia scheidet man das
angan durch Ammoniakschwefelwasserstoffgas, welches lediglich das Man=
nmetall als Schwefelmetall ausscheidet.

Ueber die Werthbestimmung der Manganoxyde

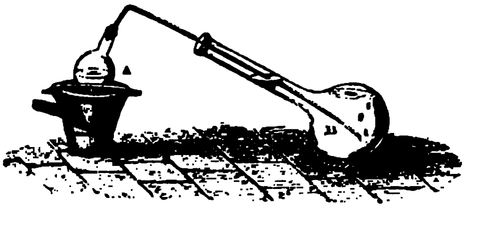
haben mehrere französische Gelehrte ausgezeichnete. Abhandlungen gelie
daher der Verfasser zur Vervollständigung des oben Seite 198 Ges
noch Folgendes hinzusetzt.

64 Gran des reinen Manganüberoxydes entwickeln 1 Litre troc
Chlorgases bei der Temperatur von 0 Grad und unter dem gewöhnl
Luftdruck. Wenn man das Chlor in einer verdünnten Auflösung
kohlensaurem Kali auffängt, und man hat davon gleichfalls 1 Litre, so
man eine Flüssigkeit erhalten, welche genau ihr gleiches Volumen C
aufgenommen haben wird, und es ist klar, daß man hierdurch eine Flü
keit erhält, welche genau 100 Graden einer chlorometrischen Scala entsp

64 Gran des käuflichen Braunsteins ganz auf dieselbe Art verw
werden zwar gleichfalls eine ähnlich große Menge von aufgelöstem ko
sauren Kali mit Chlor versehen, aber keineswegs bis zu dem näml
Grade sättigen. Die so gewonnene Flüssigkeit wird weniger Chlor enth
und dieses Weniger ist der Ausdruck des geringeren Werthes, den
käufliche Manganerz dem reinen Ueberoxyd gegenüber hat.

Um den Versuch anzustellen, nimmt man aus der Masse Braun
welche man prüfen will, an verschiedenen Punkten derselben kleine Qu
täten, welche, mit einander vereinigt, geeignet sind, eine Probe des mit
Werths der ganzen Masse zu geben. Man verwandelt diese genau
Probe auf das Sorgfältig
ein sehr feines Pulver, u
davon 64 Gran und b
dieselbe in einen kleinen
ben A (Figur 1206) von
2 Zoll Durchmesser, man
hieran eine gebogene
vermöge eines durch
Korks. Die Röhre

Fig 1206.



lang sein, daß sie in einem zweiten Kolben mit ziemlich gestreckt
weit reicht, daß der Boden desselben beinahe berührt wird.
muß ungefähr ½ Litre fassen, er wird bis nahe an
schwachen Auflösung von kaustischem Kali gefüllt.
Braunstein in den kleinen Kolben gebracht, das
leitet ist, so gießt man eine kleine Quanti
Ganzen etwa 1½ Kubikzoll, auf den

Kolben durch den Pfropfen mit der Glasröhre und erwärmt den Kolben behutsam. Anfänglich geht nur die atmosphärische Luft in kleinen Blasen über, dieselbe sammelt sich aber in dem geneigten Kolben und drückt die Flüssigkeit nach und nach in den Hals; da jedoch die Luftmenge in dem Kolben A nur sehr gering ist, so wird die alkalinische Flüssigkeit nicht herausgetrieben, sondern höchstens bis zur Hälfte erhoben. Wie die Wärme den Kolben A mehr und mehr durchdringt bis zum Kochen, so entweicht nach und nach das Chlor vollständig und es kann nirgends hin als in die Kalilauge, von der es verschlungen wird. Wenn sich kein Chlor mehr entwickelt, so nimmt man den kleinen Ballon vom Feuer und untersucht alsdann die alkalinische Flüssigkeit auf ihren Chlorgehalt.

Man kann die alkalinische Flüssigkeit des Kolbens B durch eine Auflösung von schwefliger Säure ersetzen, welche jedoch keine Schwefelsäure enthalten darf. Wenn das Chlor in diese Flüssigkeit kommt, so verwandelt es eine entsprechende Quantität schwefliger Säure in Schwefelsäure. Ist die Operation der Chlorentwickelung beendet, so sieht man nunmehr zu, welche Menge schwefliger Säure noch unzersetzt oder, was gleich viel bedeutet, welche Menge Schwefelsäure gebildet ist. Dies wird dadurch entdeckt, daß man Chlorbarium in die Flüssigkeit bringt und sie damit kocht, um die überschüssige schweflige Säure zu verjagen.

Der Baryt hat sich sofort mit der vorhandenen Schwefelsäure zu einem unlöslichen Niederschlage verbunden, er wird auf ein Filtrum gesammelt, getrocknet, mit dem Filtrum geglüht und alsdann gewogen, seine Menge giebt den Werth des Manganüberoxydes an, 64 Gran des letzteren vermögen 180 Gran schwefelsauren Baryt darzustellen; was weniger ist, zeigt an, wie viel weniger Oxyd das käufliche Manganerz hat, als das vollkommen reine.

Bei diesem Experiment ist es von Wichtigkeit, zu erfahren, ob die Auflösung von schwefliger Säure nicht schon vorher durch Schwefelsäure verunreinigt war und dieses ergiebt sich sehr leicht durch eine Probe mit Chlorbarium. Man nimmt eine geringe Menge der flüssigen Säure und bringt da hinein einige Tropfen des Chlorsalzes, es darf sich hierbei kein Niederschlag bilden, zeigt sich nur die geringste Trübung, so zeigt dieses schon die Gegenwart von Schwefelsäure. Um die Lösung von schwefliger Säure rein zu erhalten von Schwefelsäure, welche sich darin sogar von selbst bildet, indem die vorher rein gewesene Lösung aus der Luft Sauerstoff an sich zieht, bringt man ein wenig von dem Barytsalz hinein. Es wird sich nach einiger Zeit eine Trübung bilden. Nunmehr verschließt man die Flasche, worin die schweflige Säure enthalten ist, sehr sorgfältig und wartet den Niederschlag ab, hat sich dieser ganz ausgeschieden,

so ist die darüber stehende Flüssigkeit als frei von Schwefelsäure zu betrachten.

Die beste Methode der Prüfung von Manganoxyden ist die durch Figur 1207 dargestellte.

Fig. 1207.



In einen ziemlich großen Kolben A bringt man Wasser, welches durch Kochen von Luft völlig befreit worden ist. Man löst darin eine Quantität Chlorbarium auf und läßt nunmehr durch diese Lösung einen Strom Wasserstoffgas streichen, welches Gas in der tubulirten Flasche B auf die gewöhnliche Weise erzeugt wird. Die Luft wird aus dem Kolben durch das Wasserstoffgas verjagt. Ist dieses geschehen, so bringt man in den Ballon C concentrirte Schwefelsäure und Kupfer oder Quecksilber, welche mit einander erhitzt werden, es entsteht dadurch schweflige Säure, welche durch ein zweimal gebogenes Glasrohr nach der Flasche D, welche etwas Wasser enthält, geleitet wird, aus welcher sie durch ein zweites, ebenfalls zweimal rechtwinklig gebogenes Rohr nach dem Ballon A geleitet wird, woselbst sie sich niederschlägt und auf solche Weise eine Auflösung von schwefliger Säure in Wasser bildet.

Ist Alles so weit gediehen, so bringt man in den kleinen Kolben E die schon wiederholt gedachten 64 Gran des zu prüfenden Manganoxydes, thut dazu Chlorwasserstoffsäure und läßt das durch die Wärme einer untergesetzten Lampe entwickelte Chlor gleichfalls durch eine rechtwinklig gebogene Glasröhre in das Wasser treten, welches durch die schweflige Säure zu einer verdünnten Säure gemacht worden ist. Wir wissen bereits, daß in diesem Falle das Chlor eine entsprechende Menge schwefliger Säure zersetzt und der Sauerstoff an den übrigen unzersetzten Theil tritt, wodurch dieser in Schwefelsäure verwandelt, d. h. höher oxydirt wird. In der Flüssigkeit des Kolbens A war aber bereits Chlorbarium enthalten, dieses nimmt sofort die Schwefelsäure auf und fällt damit als schwefelsaurer Baryt zu Boden.

Bei dieser Art, das Experiment anzustellen, hat man nicht zu besorgen, daß sich ein Theil der schwefligen Säure durch die Berührung derselben mit der atmosphärischen Luft in Schwefelsäure verwandeln werde, weil die Luft durch das Wasserstoffgas ganz vertrieben ist.

Gegen das Ende des Experiments bringt man die Flüssigkeit des Ballons A zum Kochen, um die überschüssige schweflige Säure zu verjagen, man erhält aber den Wasserstoffgasstrom unverändert, damit nicht atmosphärische Luft zudringen und etwa schweflige Säure höher oxydiren könne.

Es wird nunmehr das schwefelsaure Baryt auf einem Filtrum gesammelt, getrocknet, ausgeglüht und gewogen und daraus nach der oben gemachten Angabe die Menge des verwandelten schwefligsauren Gases berechnet, woraus sich dann wieder die Entwickelungskraft des Manganoxydes für das Chlor ergiebt.

Man kann auch den Braunstein in ein feines Pulver verwandelt mit einer concentrirten Auflösung von Kleesäure erhitzen, das Manganoxyd verwandelt sich in oxalsaures Manganoxydul und der ausgeschiedene Sauerstoff verwandelt einen Antheil der Kleesäure in Kohlensäure. Wenn man nun die so erzeugte Kohlensäure in Barytwasser auffängt, so schlägt sich dieselbe als kohlensaurer Baryt nieder. Es ist aber von Wichtigkeit, daß man das erzeugte kohlensaure Gas jederzeit durch Chlorcalcium oder concentrirte Schwefelsäure auf die schon oft beschriebene Weise trocknet.

Um auf das Allergenaueste abzumessen, wie groß der Werth eines Manganoxydes sei, genügt es nicht, die Menge Chlor zu kennen, welche dieses Oxyd erzeugen kann, man muß auch noch die Quantität Chlorwasserstoffsäure ermitteln, welche erforderlich ist, um das Chlor herzugeben. Wenn das Ueberoxyd vollkommen rein ist, so giebt die Hälfte der Säure, welche angewendet werden muß, ihr Chlor her. Wenn das Material aber nur aus Manganoxyd, nicht aus Ueberoxyd besteht, so wird nur ein Drittheil der Säure des Chlors beraubt. Um daher die gleiche Quantität Chlor zu erzeugen, wird man in dem Falle der Anwendung des Oxydes (statt des Ueberoxydes) um die Hälfte mehr Chlorwasserstoffsäure anwenden müssen. Endlich, wenn das untersuchte Mineral kalkartiges Ganggestein der Baryt oder Eisenoxyd enthält, so neutralisiren diese eine Portion der Chlorwasserstoffsäure, ohne Chlor herzugeben.

Um nun den Aufwand an Chlorwasserstoffsäure zu bestimmen, sucht [illegible] einem ersten Experiment den Werth der 1½ Kubikzoll angewandter [illegible] behandelt man die 64 Gran des irgend wie oxydirten [illegible] den kleinen Kolben, worin die Mengung enthalten [illegible] verlieren. Man wendet dasselbe nicht an, son-

dern man bringt die Gasentwickelungsröhre in ein Gefäß, worin Wasser enthalten ist, damit das Chlor darin niedergeschlagen werde und der Experimentator sich dadurch nicht belästigt fühle.

Wenn das Chlor vollständig entwickelt ist, vereinigt man die Flüssigkeit, welche dasselbe aufgenommen hat, mit derjenigen, die in dem kleinen Kolben geblieben ist, und bestimmt nunmehr die Menge der freien Säure durch Sättigung mit einer Kalilösung, dieselbe muß so lange zugesetzt werden, bis die sich immerfort bildenden Oxydhydrate sich nicht mehr auflösen, wenn die Flüssigkeit wieder umgerührt wird.

Diese Untersuchung giebt die Menge der Säure an, welche unverbraucht geblieben ist, und wenn man dieses Experiment mit dem ersten rechnend verbindet, so hat man in der Differenz die Menge der durch das Manganoxyd zersetzten Säure.

Das Manganmetall

ist in neuester Zeit von Brunner dargestellt und beschrieben worden, es wurde aus dem gewöhnlichen Mangansuperoxyd dargestellt, indem dieses zuerst in schwefelsaures Manganoxydul, dann in Manganfluorür verwandelt und aus diesem gleich dem Metall der Thonerde mittelst des Natriums reducirt wurde.

Das auf diese Weise dargestellte Mangan hat die Farbe und das sonstige Aussehen des harten Gußeisens, es ist aber überaus brüchig, läßt sich durch den Hammer zerkleinern und beinahe pulverisiren. Dabei ist bemerkenswerth, daß es so hart ist, daß keine Feile dasselbe angreift, es im Gegentheil den besten gehärteten Stahl glatt streicht, wenn man damit über eine Feile fährt.

Das Metall läßt sich auf das Trefflichste poliren und weil es dabei selbst an feuchter Luft nicht oxydirt, ja nicht einmal schwach anläuft, so glaubt man, daß es zu optischen Spiegeln in Telescopen sehr brauchbar sein dürfte.

Auf Platinblech gelegt und behutsam darauf erhitzt, verbindet [illegible] mit dem Sauerstoff zu einer zarten Oxydschicht, welche so [illegible] beim Stahl, und daher auch dieselben schönen Farben, [illegible] prachtvoll violett und blau zeigt. Bei derjenigen Erhitz[illegible] Stahl hellblau wird, indem er seine Politur verl[illegible]

annimmt, wird das polirte Manganmetall braun und die Oxydschicht ist nunmehr stärker als beim Stahl. Da es sich eben so gut schmelzen läßt, wie Gußeisen, so würde seine Anwendung zu optischen Instrumenten kein Hinderniß finden, falls es nicht einen zu hohen Preis hätte, was allerdings wahrscheinlich ist, da das noch immer kostbare Natriummetall bei der Gewinnung die Hauptrolle spielt. Brunner behauptet, daß es eine solche Härte habe, daß es beim Glasschneiden den Diamant ersetzen könne und daß es zum Bearbeiten von Stahl, selbst von gehärtetem Stahl, benutzt, namentlich von den Graveuren gebraucht werden könne. Da das Metall aber neben der Härte eine überaus große Sprödigkeit, keine Widerstand leistende Zähigkeit hat, so ist die letztere Verwendung dem Verfasser doch sehr zweifelhaft, wiewohl man allerdings nicht in Abrede stellen kann, daß der Diamant auch sehr wenig Zähigkeit besitzt und doch verwendet werden kann, um damit gehärteten Stahl abzudrehen, wie z. B. die Axen von astronomischen Instrumenten, welche sich beim Härten immer etwas verziehen und wo die fehlerhaft gefundene Rundung durch Abdrehen wieder hergestellt werden muß. Freilich sind die Drehspähne kaum von Haardicke und allerdings ist auch der Diamant noch viel härter als gehärteter Stahl, allein der Stahl muß doch gefaßt und zum Drehspahn geformt werden. Ob hierzu genügende Zähigkeit im Manganmetalle vorhanden sei, ist immer noch sehr zweifelhaft, daß aber das Metall zu Legirungen, namentlich zu solchen mit dem Eisen Behufs der Stahlfabrikation, vortrefflich zu brauchen ist, unterliegt nach angestellten Proben keinem Zweifel.

Molybdän. Mo.

Das Metall als solches ist neu, das Mineral, aus welchem es erhalten wird, ist jedoch schon sehr lange bekannt, wenn schon sehr wahrscheinlich ist, daß die Alten dasjenige Mineral, welches wir Wasserblei oder Molybdänglanz nennen, mit anderen Mineralien, namentlich mit dem
nz verwechselten, mit welchem allerdings viel äußerliche Aehnlichkeit
ist.
lteren Zeiten solche Verwechselungen stattfanden, so wun-
r wir haben noch in der Mitte des vorigen Jahr-

hunderts ganz dasselbe zu bedauern. Man bezeichnete mit dem Namen Molybdän, Bleiglanz, Bleierze im Allgemeinen (im Griechischen heißt Blei molybdos), später sogar nannte man so diejenigen Mineralien, welche, ähnlich wie der Bleiglanz, abfärben, und wenn man einen Unterschied machte, so war doch immer das Blei in dem Namen vertreten. Man nannte es Wasserblei oder Reißblei, welche Benennungen sich vorzugsweise auf das Erz des Molybdäns, auf den Molybdänglanz übertrugen und auf den Graphit, der noch heutigen Tages Reißblei heißt, wiewohl er keine Spur von Blei enthält, was aber kein Mensch glauben will, da das Ding, womit man auf Papier zeichnet, ja auch Bleistift heißt, also nothwendiger Weise Blei enthalten muß. Auch das Schwefelantimon wurde damit verwechselt, weil es ungefähr so aussieht und auch abfärbt, sogar Linné kann sich noch nicht von der falschen Bezeichnung trennen; er nennt z. B. den Braunstein Molybdaenum magnesii und Molybdänglanz verwechselte man noch im Jahre 1740 mit dem Graphit, sie wurden für identisch erklärt und 1754 geschah dasselbe durch den schwedischen Mineralogen Quist. Erst im Jahre 1778 erschien eine Schrift von Scheele über das Wasserblei (Molybdaenum) und ein Jahr später eine andere über das Reißblei (Plumbago) und Scheele zerlegte das Wasserblei durch chemische Operationen, er erhielt aus diesem Molybdänglanz Schwefel und eine weiße Erde, von welcher er erkannte, daß sie eine Säure sei, er nannte sie Molybdänsäure und glaubte, daß aus ihr und dem Schwefel der Molybdänglanz bestehe. Später aber brachte Bergmann die Ansicht zur Geltung, daß diese Säure ein Metallkalk sei, dessen Metall mit dem Schwefel verbunden den Molybdänglanz gebe, welches auch vollkommen richtig. Im Jahre 1790 wurde dieses Oxyd reducirt und Molybdänmetall dargestellt.

Das Metall findet sich nie gediegen und ist überhaupt in der Natur nicht häufig, die wichtigsten Erze desselben sind der Molybdänglanz, eine Verbindung des Molybdäns mit Schwefel, MoS_2, und das Gelbbleierz, welches allerdings ein Bleierz ist, aber vererzt durch Molybdänsäure.

Der Molybdänglanz hat die Farbe und den metallischen Glanz des bekannten Bleierzes, färbt auch ab, wie dieses, ja noch mehr, färbt [illegible] leicht ab, wie Graphit, und fühlt sich auch wie dieser fettig an, ist [illegible] am bloßen Striche auf Porzellan leicht zu unterscheiden. Graphit [illegible] einen vollkommen bleigrauen, Molybdän einen grünlichen Strich.

Der Molybdänglanz kommt theils derb eingesprengt, [illegible] eingewachsen im Urgestein vor, im Granit, im Gneis und [illegible] In Schweden findet man denselben auch auf Lagern [illegible] *Kupfererzen.* Das Gelbbleierz befindet sich in der [illegible]

z. B. im Uebergangskalke, und erscheint dort auf Lagern und Gängen als Begleiter der Blei- und Zinkerze.

Um das Molybdänmetall darzustellen, ist man genöthigt, die in der Natur vorkommenden Verbindungen zu zerlegen, um daraus irgend ein Oxyd des Molybdäns zu gestalten. Unter Benutzung des Molybdänglanzes geschieht das auf folgende Weise.

Man pulvert Molybdänglanz und bringt denselben in einen offenen, schräg liegenden Tiegel, worin er bei dunkler Rothglühhitze unter fortwährendem Umrühren so lange geröstet wird, als noch schweflige Säure entweicht. Durch diese Operation ist der Schwefel verjagt, durch die Behandlung an freier Luft ist hinwiederum dem Sauerstoff Gelegenheit gegeben, sich mit dem Molybdänmetall zu verbinden, und so entsteht denn ein Oxyd des Molybdänmetalles und hier die Molybdänsäure. Dieselbe wird nun in verdünnter Ammoniakflüssigkeit aufgelöst, so weit es thunlich. Die Lösung wird abgedampft, nachdem sie von zurückgebliebener abgegossen worden ist, bis sich Spuren von Krystallisation zeigen, dann wartet man diese ab und die Krystalle, welche molybdänsaures Ammoniak sind, erhitzt man behutsam, so daß keine Schmelzung eintritt und nur das Ammon entweicht. Was hier bei dieser zweiten Operation zurückbleibt, ist ziemlich reine Molybdänsäure, dasjenige, was bei der ersten Lösung des gerösteten Minerals zurückgeblieben war, wird einer neuen Röstung unterworfen.

Nachdem man das Röstverfahren eingeschlagen und dadurch die rohe Molybdänsäure erhalten hat, kann man sie bei der Auflösung in Ammoniak mit einigen Tropfen Schwefelammonium reinigen, indem hierdurch das etwa vorhandene Kupfer als Schwefelkupfer gefällt wird und wenn man die Flüssigkeit durch Filtriren abgesondert hat, wird das vorige Verfahren damit eingeschlagen, sie wird bis zur Krystallisation abgedampft, allein die so gewonnene Säure hält Wöhler noch nicht für rein, das Salz muß nochmals in verdünnter Ammoniakflüssigkeit gelöst und die Lösung nach vorhergegangenem Filtriren zum zweiten Male zur Krystallisation gebracht werden. Nun erst ist sie das, was man verlangt, reine Molybdänsäure.

Eine äußerst verwickelte Operation, bei welcher wer weiß wie viele Substanzen zu der Lösung gebracht werden, die ihr ganz fremd sind und die alle wieder fortgeschafft werden müßten mit einem großen Aufwand von Zeit, Mühe und Gefahr, wollen wir übergehen, obwohl Svanberg und Struve Urheber dieses Verfahrens sind.

Das Gelbbleierz forbert eine ganz andere Behandlung, um in der verlangten Weise zerlegt zu werden. Man pulvert das Erz und zieht daraus durch verdünnte Salpetersäure die löslichen Beimengungen, vor allem die kohlensauren Salze aus. Nach dieser Operation wird das Erz

ausgewaschen, getrocknet, nochmals und zwar viel feiner gepulvert als vorher, dann aber mit concentrirter Salpetersäure anhaltend gekocht, bei geringer Wärme verjagt man die freie Salpetersäure, man dampft die Lösung bis zur Trockenheit ab.

Mit heißem Wasser löst man das entstandene Bleioxyd und trennt dieses durch das Filtrum von dem Rückstande, der aus unzerlegten Erzen und aus unreiner oder roher Molybdänsäure besteht. Der Rückstand wird sorgfältig gewaschen und hierauf die Molybdänsäure mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit ausgezogen und aufgelöst. Von hier an ist das Verfahren dasselbe wie bei der Behandlung des Molybdänglanzes, es wird nämlich die Auflösung bis zum Krystallisationspunkte abgedampft und es werden dann die gewonnenen, von der Mutterlauge befreiten Krystalle durch Erhitzung zerlegt, so daß Ammoniak verjagt und Molybdänsäure zurückbehalten wird.

Auch hier bleibt viel Erz ungelöst, welches man abermals mit Salpetersäure kocht und dann das weitere Verfahren damit einschlägt.

Nach einem anderen Verfahren wird das Gelbbleierz, welches eine Verbindung von oxydirtem Blei mit oxydirtem Molybdän ist (molybdänsaures Bleioxyd), zuerst in ein Schwefelerz verwandelt. Man schmilzt das Gelbbleierz mit seinem sechsfachen Gewicht Schwefelleber zusammen, wodurch Schwefelblei und eine auflösliche Verbindung des Schwefels mit dem Molybdän (Sulphomolybdat) entsteht. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser ausgezogen, welches die Molybdän-Schwefelverbindung aufnimmt. Aus der Lösung wird es durch verdünnte Schwefelsäure als wirkliches Schwefelmolybdän gefällt. Nunmehr behandelt man dieses Präparat gleich dem Molybdänglanz. Man könnte dasselbe künstlichen Molybdänglanz nennen, wenn es nicht in Pulverform und ohne Spuren von glänzendem und erzartigem Aussehen wäre.

Man kann das Gelbbleierz auch durch kohlensaures Alkali zerlegen. Es werden gleiche Theile des Erzes mit calcinirter Soda gemengt, geschmolzen und ausgegossen, sobald die Schmelzung vollständig geschehen ist. Die erstarrte Masse wird gepulvert und mit Wasser ausgekocht, wodurch man molybdänsaures Natron aufgelöst erhält. Um nunmehr [illegible] Molybdänsäure selbst zu erhalten, bietet man dem Natron eine [illegible] Säure dar, man setzt Salpetersäure zu, wodurch sich jener kubische [illegible]peter bildet, den man in so großen Massen von Chile bezieht. [illegible] triebene Molybdänsäure sinkt als weißer Niederschlag zu Boden.

Dieses Verfahren scheint dem Verfasser nur dann [illegible] man Platingefäße zur Schmelzung des Erzes mit dem [illegible] kann, denn falls man hessische oder auch die viel festeren [illegible]

tiegel anwendet, so wird das mit dem Natron verbundene Bleioxyd die Kieselsäure in dem Schmelztiegel angreifen, damit zu Glas werden und die Wände des Tiegels durchlöchern. Ob man solche Versuche übrigens nicht in Graphittiegeln machen könne, dürfte wohl fraglich sein.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man angerathen, dem Gemenge von Erz und Alkali $\frac{1}{4}$ seines Gewichts an Eisenfeilspähnen zuzusetzen und statt der Soda verkohlten Weinstein anzuwenden. Hierdurch soll alles Blei reducirt werden und die Molybdänsäure soll keine Veränderungen erleiden.

Nach Elber's Angabe soll das Bleierz am wohlfeilsten und ausgiebigsten auf folgende Art verarbeitet werden: 4 Theile des gepulverten Erzes werden mit 5 Theilen concentrirter englischer Schwefelsäure in einer Porzellanschale gemischt, dann in ein Sandbad gebracht und unter fortwährendem Umrühren so lange digerirt, bis Schwefelsäure zu verdampfen beginnt. Man hört hiermit nicht früher auf, als bis eine aus der Schaale genommene Probe mit Wasser übergossen, einen reinen, weißen Rückstand hinterläßt. Machen sich noch gelbe Körner bemerklich, so sind diese ein Zeichen von unzersetztem Bleierz und die Digestion muß noch weiter fortgesetzt werden. Es entsteht endlich ein Brei von blauer Farbe, welchen man mit vielem Wasser verdünnt, wodurch das schwefelsaure Blei zum Niederschlagen gebracht wird. Die darunter stehende Lösung sondert man durch Decantiren, durch Abgießen, wäscht aber das schwefelsaure Blei noch wiederholt mit Wasser, so lange dasselbe noch blau oder bläulich gefärbt wird. Man thut dieses Wasser zu der abgegossenen blauen Lösung, filtrirt dieselbe und bringt sie in eine große Schaale zur Abdampfung, wobei man aber Salpetersäure zusetzt, bis vollständige Entfärbung eintritt.

Die Abdampfung nimmt man über freiem Feuer vor und setzt sie fort, bis die Schwefelsäure zu verdampfen anfängt. Ist es so weit gekommen, so scheidet sich die Molybdänsäure als weißer, umfangreicher Niederschlag aus, welcher sich sehr leicht an den Boden der Schaale setzt und dann ein heftiges Stoßen verursacht, wenn das Kochen fortgesetzt wird, wie es durchaus erforderlich ist, um alle Säure auszuscheiden. Man darf daher dieses Absetzen durchaus nicht gestatten, sondern man muß es durch fortwährendes Rühren mittelst eines Glasstabes verhindern.

Ist die Operation vollendet, so wird die Masse mit Wasser verdünnt und filtrirt, der weiße Niederschlag wird mit Wasser, zuletzt mit salpetersäurehaltigem Wasser ausgewaschen, bis sich keine Spur von Wirkung auf Schwefelsäure mehr zeigt.

Auf dem Filtrum bleibt bei Weitem nicht alle Molybdänsäure zurück, in der abgelaufenen Flüssigkeit ist noch sehr viel davon vorhanden, man

kann auch dieses gewinnen, wenn man die Flüssigkeit abdampft und wieder so verfährt, wie vorhin.

Die Molybdänsäure ist nun endlich dasjenige Präparat, aus welchem sich das metallische Molybdän gewinnen läßt. Man füttert einen Tiegel mit Kohlen aus, bringt die Molybdänsäure hinein und erhitzt nunmehr den Tiegel im Gebläsefeuer eines wirksamen Ofens, aber selbst die stundenlang fortgesetzte heftigste Weißglühhitze bringt das Metall nicht zum Zusammenfließen, man erhält dasselbe nur in abgerundeten Körnern. In der furchtbaren Hitze derjenigen Oefen, in welchen man durch reichliche Mengen Knallgas das Platin in großer Masse zu schmelzen vermag, fließt auch dieses Metall zusammen. Die Beschreibung dieser Oefen ist Bd. VI. S. 770 gegeben.

Das Molybdänmetall ist weiß und hat das Aussehen matten Silbers, es läßt sich aber poliren. Die Dichtigkeit ist etwas größer als die des Eisens, 8,6. An der Luft wird eine oberflächliche Oxydation bald eingeleitet, wenn man es aber zur Rothglühhitze bringt, wird es zu einem braunen Oxyd, nimmt dann eine blaue Farbe an und bei noch mehr gesteigerter Hitze und genügendem Luftzutritt verwandelt es sich in weiße Molybdänsäure.

Die Säuren betreffend, so gehört dieses Metall zu den wenigen, welche der sogenannten Flußspathsäure, der Hydrofluorsäure widerstehen, auch die Chlorwasserstoffsäure und die Phosphorsäure sind ohne Wirkung darauf, dagegen wird es von der Schwefelsäure in concentrirtem Zustande und durch die Wärme unterstützt, angegriffen. Lebhaft wird es durch Salpetersäure aufgelöst und in Molybdänsäure verwandelt. Auch Königswasser löst dasselbe bequem auf. Von Kali wird dieses Metall nur sehr schwierig und eigentlich nur bei der Schmelzung damit angegriffen, salpetersaures Kali dagegen verwandelt es sehr schnell in ein Oxyd, als welches es sich mit dem Kali des Salpeters verbindet.

Verbindungen des Molybdäns mit dem Sauerstoff.

Dieses Metall geht in drei verschiedenen Stufen Verbindungen mit dem Sauerstoff ein, von denen zwei mit Säuren Salze bilden, ein drittes aber selbst eine Säure ist, wie wir bereits wissen. Außer diesen kennt man aber noch eine oder zwei Verbindungen dieser Oxyde unter einander.

Molybdänoxydul, MoO, enthält in 100 Theilen 85 Molybdän nd 15 Sauerstoff. Das Oxyd sieht schwarzbraun aus und wird im asserfreien Zustande erhalten, indem man Molybdänsäure durch etwas le desoxydirt. Zu der Gestalt eines Hydrats wird es erlangt, wenn an ein molybdänsaures Salz in einen Ueberschuß von Chlorwasserstoffure bringt, die Lösung aber mit Zink digerirt; sie wird sogleich blau, ann röthlich und zuletzt schwarz, sie enthält Zinkchlorür und eine Chlorrbindung des Molybdäns, aus welcher Lösung dann ein Zusatz von Kali as Hydrat des Molybdänoxyduls mit brauner Farbe niederschlägt. Man nn statt des Kali auch Ammoniakflüssigkeit zusetzen, aber nur in einer o geringen Menge, als zur ungefähren Ausscheidung des Molybdänoxyduls forderlich ist, wobei dann das Zinkoxyd unausgeschieden in der Lösung rückbleibt.

Das gefällte Hydrat wird zuerst mehrere Male mit Ammoniakflüssigkit in verdünntem Zustande gewaschen, wodurch das Zinkoxyd, welches hr hartnäckig an dem Oxydul hängt, entfernt wird. Hierauf wäscht man it kaltem Wasser nach und um das Präparat zu trocknen, wird es zwischen Papier gepreßt und dann unter die Glocke der Luftpumpe neben ncentrirte Schwefelsäure gebracht.

Man kann das Molybdänoxydul auch ohne Zink darstellen, indem an zu einer Auflösung eines molybdänsauren Salzes ein Amalgam von alium zusetzt. Es darf dieses Metalles jedoch nur wenig mit dem Quecklber verbunden sein, indem seine desoxydirende Kraft sehr groß ist und s sehr schnell den überflüssigen Sauerstoff von der Säure entfernt, das xydul zurücklassend. Würde man zu viel Kalium zusetzen, so könnte die eduktion bis zur Darstellung des metallischen Molybdäns gehen. Kalium namalgamirt darf man gleichfalls nicht anwenden, weil dieses nicht die lüssigkeit überhaupt zerlegt, sondern gleich an der Oberfläche verbrennt. uch bei dieser Operation wird die Auflösung schwarz und man scheidet as Oxydul durch Ammoniak aus derselben ab. Durch das Filtrum getrennt, sieht man dasselbe schwarz, bald aber oxydirt es sich an der Luft u einer höheren Stufe und wird dadurch braun. An der Luft erhitzt, erwandelt es sich in Oxyd, wenn man es aber im luftleeren Raume glüht, o verliert es zuerst sein Hydratwasser und es bleibt das Oxydul vollommen schwarz zurück und ist dabei so verwandelt, daß es sich nicht mehr n Säure auflöst.

Das Oxyd des Molybdäns, MoO_2, enthält in 100 Theilen 4 olybdän und 26 Sauerstoff. Es kann auf die zuletzt gedachte Art n Oxydul gewonnen werden, doch ist dies immer ein Umweg und stelligt die Erzeugung des Oxydes gewöhnlich auf eine andere

15

Weise. In wasserfreiem Zustande wird es erzeugt, indem man molybdänsauren Ammoniak in einem wohlbedeckten Tiegel stark erhitzt, es werden dunkelbraune, metallisch glänzende Schuppen erzeugt, welche das verlangte Molybdänoxyd sind. Man kann es auch darstellen, wenn man molybdänsaures Natron mit chlorwasserstoffsaurem Ammoniak (oder wenn dies unsern Lesern zu gelehrt klingt, mit Salmiak) zu gleichen Theilen mengt und dieses Gemenge calcinirt.

Das wasserfreie Oxyd ist zwar dunkelbraun von Farbe, hat aber im Sonnenlichte betrachtet eine eigenthümliche Purpurfarbe und einen lebhaften Glanz. Die mehrsten Säuren, unter diesen auch die Fluorsäure, greifen es durchaus nicht an, concentrirte Schwefelsäure nimmt ein wenig davon auf, Salpetersäure verwandelt das Oxyd in Molybdänsäure.

Wenn man dieses Oxyd in wasserhaltigem Zustande, d. h. als Hydrat darstellen will, so löst man Molybdänsäure in Salzsäure auf und bringt da hinein etwas Kupfer. Durch wechselseitige Zersetzung bildet sich ein Kupferchlorür und ein Doppelchlorür von Molybdän. Setzt man nun zu dieser Flüssigkeit Ammoniakflüssigkeit, so schlägt sich das Hydrat des Molybdänoxydes nieder, während das Kupferoxyd in der Flüssigkeit bleibt. Es muß hierbei Ammoniak in großem Ueberschuß angewendet werden, damit das Kupfer in der Flüssigkeit gelöst bleibt. Das Hydrat hat eine rostbraune Farbe und gleicht im Aeußeren auffallend dem auf ähnliche Weise bereiteten Eisenoxydhydrat, frisch gefällt wird es vom Wasser in geringer Menge aufgenommen, es muß daher nicht mit Wasser, sondern mit einer Salmiaklösung und dann mit Weingeist ausgewaschen werden. Eine gesättigte Auflösung des Oxydes ist roth, die verdünnte gelb, es hat eine einzige Eigenschaft einer Säure, es färbt das Lackmuspapier roth; in allen übrigen Eigenschaften aber weicht es von denen der Säuren ab. An der Luft wird es oxydirt, wird blau und es sieht beinahe aus, als wolle es zerfließen, was jedoch keinesweges geschieht. Nunmehr mit Wasser übergossen, wird zuerst die blaue Verbindung aufgenommen, die Lösung erscheint grünlich. Würde das Hydrat einmal genügend getrocknet, so ist es dunkelblau oder schwarz und ist dann nicht mehr auflöslich im Wasser. Man kann es mäßig unter Zutritt der Luft erwärmen, ohne daß es sich zersetzt, nur das Hydratwasser wird verjagt, das Oxyd bleibt im wasserfreien Zustande zurück.

Dieses Hydrat widersteht den Säuren nicht, wie das wasserfreie Oxyd, die Säuren bilden damit mannigfache Verbindungen. Die Salze sind meistens purpurroth, im wasserfreien Zustande aber schwarz. Die Lösungen dieser Salze haben große Neigung zur weiteren Oxydation und nehmen dann gewöhnlich eine blaue Farbe an, die Alkalien fällen das Oxydhydrat

aus diesen Salzen, lösen dasselbe aber wieder auf, wenn sie im Ueberschuß zugesetzt werden. Wenn man durch die Lösung eines solchen Salzes Schwefelwasserstoffgas streichen läßt, so bildet sich darin unter Zersetzung aller anderen Verbindungen Schwefelmolybdän, welches pulverförmig niederfällt. Wenn man eine Lösung von wolframsaurem Ammoniak mit einer Lösung von Molybdänchlorid vermischt, so entsteht ein Salz, das wolframsaure Molybdänoxyd, welches durch einen Zusatz von Salmiak abgeschieden, mit Salmiakwasser und Weingeist gewaschen und getrocknet werden kann. Die Lösung dieses wolframsauren Molybdänoxydes hat eine prächtige purpurrothe Farbe, sie ist jedoch nicht beständig, denn sie nimmt aus der Luft Sauerstoff auf und es verwandelt sich das Molybdänoxyd in

Molybdänsäure, MoO_3.

Dieselbe enthält in 100 Theilen 66 Molybdän und 34 Sauerstoff. Wir haben die Darstellung bereits Seite 223 beschrieben und wollen hier nur noch hinzufügen, daß man sie in vollkommen reinem Zustande dadurch erhält, wenn man reines, molybdänsaures Ammon an der Luft erhitzt, bis das Ammon verjagt worden ist. Auch die niederen Oxydationsstufen gehen theils von selbst, theils durch Behandlung derselben mit Salpetersäure in Molybdänsäure über. Um sie krystallisirt zu erhalten — wenn die glänzenden Blättchen, in denen sie erscheint, Krystalle genannt werden dürfen — dampft man die salpetersaure Lösung bis zur Trockenheit und bis zur Verjagung der überschüssigen Salpetersäure ein, löst sie dann nochmals auf und dampft sie wieder ab, wo man sie dann als weiße, lockere Masse erhält, die sich im Wasser zu zarten, seidenartig glänzenden Blättchen zertheilt.

Zur Rothglühhitze gebracht, schmilzt die Säure, beim Erstarren wird sie strohgelb und scheint Anlage zum Krystallisiren zu haben, ihr specifisches Gewicht ist 3,5, sie ist sublimirbar bei der Temperatur, bei welcher sie schmilzt, im Wasser löst sie sich in äußerst geringer Menge auf, sie fordert beinahe 600 Theile Wasser, um einen Theil Säure zu lösen, sie bildet aber kein Hydrat damit. Die Molybdänsäure ist in den mehrsten Säuren löslich, wobei sie ihren Charakter als Säure verliert und die Rolle einer Base spielt. Diese Lösungen haben die Eigenthümlichkeit, daß eingebrachte Metalle die Farbe derselben verändern. Bringt man z. B. Zinn oder Zink in eine solche Salzlösung, so wird dieselbe blau, hierauf grün, dann immer dunkler und endlich schwarz, bringt man statt des Zinnes etwas Kupfer hinein, so färbt die Lösung sich roth.

Die Molybdänsäure bildet mit den Alkalien und Erden sowohl als mit gewöhnlichen Metalloxyden sehr viele verschiedene Salze, welche ein großes Interesse für den Chemiker haben, daher auch vielfältige Bearbeitungen von den ausgezeichnetsten Chemikern fordern. Wir wollen hier aber nur ein einziges derselben anführen, nämlich das Salz der Molybdänsäure mit dem Molybdänoxyd. Diese beiden Oxydationsstufen des Molybdäns lassen sich vereinigen und die beste Methode scheint zu sein, daß man eine Auflösung von Molybdänchlorid in eine concentrirte Auflösung von molybdänsaurem Ammon bringt, so lange noch ein blauer Niederschlag dadurch entsteht. Dieser Niederschlag ist in reinem Wasser auflöslich, auf dem Filtrum gesammelt und getrocknet hat er die größte Aehnlichkeit mit dem Indigo. Auch in Alkohol und in Säuren kann man dieses Präparat auflösen; wenn man dasselbe aber unter Ausschluß der atmosphärischen Luft erhitzt, so entsteht eine dunkel blaubraune Masse, welche im Wasser nicht mehr auflöslich ist.

Die einzige technische Anwendung, welche man von dieser Verbindung macht, findet in der Färberei statt, jedoch auch jetzt nicht mehr wie sonst, weil man schönere und festere blaue Farben hat, obwohl die hier erzeugte in früheren Zeiten blauer Karmin genannt wurde.

Wenn man nämlich zu einer Auflösung von Molybdänsäure Zinnchlorür gleichfalls in Form einer Auflösung setzt, so wird ein Theil der Säure ihres Sauerstoffes beraubt, wird zu Molybdänoxyd und es bildet sich ein blauer Niederschlag, der ein Gemenge von molybdänsaurem Molybdänoxyd und molybdänsaurem Zinnoxyd ist, dieses ist der blaue Karmin. Wenn man Zinnsalz als Beize anwendet, so gelingt es, diese blaue Substanz auf Wolle und Seide zu befestigen, aber wie gesagt, geschieht es jetzt nur noch selten, da man schönere Farben hat.

Verbindungen des Molybdäns mit dem Schwefel.

Man kennt drei solcher Verbindungen, MoS_2, MoS_3 und MoS_4. Die beiden letzteren bieten nur wenig interessante Erscheinungen, das erste aber, welches man als Molybdänbisulfuret (zwiefach Schwefelmolybdän) zu betrachten hat, enthält in 100 Theilen 60 Theile Molybdän und 40 Theile Schwefel und ist ein Mineral, dessen wir gleich Anfangs als desjenigen erwähnten, welches vorzugsweise als Erz des Molybdäns betrachtet werden

me. Es ist dies der Molybdänglanz, welcher die größte Aehnlichkeit mit raphit und Bleiglanz hat und damit auch häufig verwechselt wurde. enn man dieses Bisulfuret erhitzt, ohne der Luft Zutritt zu gestatten, bleibt dasselbe unverändert, wenn man dagegen die Luft nicht ausschließt, entweicht der Schwefel und das Metall verwandelt sich mit dem Sauerff der Luft in Molybdänsäure. Auch concentrirte Salpetersäure bewirkt s Nämliche.

Molybdänsupersulfit (dreifach Schwefelmolybdän), MoS_3, wird gestellt, wenn man durch die Auflösung eines Molybdänsäuresalzes so ge Schwefelwasserstoffgas leitet, bis eine vollständige Zersetzung erfolgt , das Sauerstoffsäuresalz geht nach und nach vollständig in ein Schwefelz über. Wenn dieses geschehen, wird Salzsäure zu der Flüssigkeit get, wodurch sich das dreifache Schwefelmolybdän abscheidet, dasselbe gt sich dunkelbraun von Farbe und es wird durch Trocknen schwarz. ie Verbindung ist eine Sulfursäure, welche krystallisirbare Sulfurze giebt.

Molybdänpersulfit (vierfach Schwefelmolybdän), MoS_4. Wenn n das vorige Sulfit mit einer Auflösung des Kaliumsalzes dieser selben erbindung kocht, so scheidet sich ein schwarzes Pulver aus, welches ein emenge der ersten Schwefelungsstufe des Molybdäns mit dem Kalium Verbindung mit der dritten Schwefelungsstufe ist.

Verbindungen des Molybdäns mit den Salzbildern.

Man kennt der Verbindungen zwei, das Molybdänchlorür, $MoCl$, d das Chlorid, $MoCl_2$.

Molybdänchlorür wird dadurch erzeugt, daß man das Hydrat des olybdänoxydes mit Salzsäure übergießt. Es entsteht eine Auflösung von olybdänchlorür, welche eine dunkelrothbraune Färbung hat, beim Verapfen aber als schwarze Masse zurückbleibt, die im Wasser wieder auflich ist, aber zu einem unlöslichen basischen Salze wird, wenn man die e so weit treibt, daß Wasser und Salzsäure entweicht.

enn man Molybdänmetall in eine Porzellanröhre bringt, darin bis und nun den Dampf von Molybdänchlorid darhre das gedachte Chlorür, die einzelnen werden zu einer zusammengebackenen

Masse, welche nach dem Erkalten roth erscheint. Wenn man diese Krystalle unter Ausschluß der atmosphärischen Luft erhitzt, so lösen sie sich in Dämpfe auf, sublimiren und setzen sich als eine ziegelrothe, krystallinische Masse an die kälteren Theile des Gefäßes an, und hat man das Chlorid auf diese Weise bereitet, so ist es im Wasser und in Salzsäure unlöslich.

Molybdänchlorid, $MoCl_2$. Dieses Chlorid wird auf ähnliche Weise dargestellt, wie das Chlorür im letztbeschriebenen Falle. Man bringt metallisches Molybdän in eine Porzellanröhre, läßt dasselbe hellroth glühen, läßt alsdann aber nicht die Dämpfe von Molybdänchlorid, sondern reines Chlorgas darüber streichen, sowie die beiden Körper in Berührung mit einander kommen, bildet sich ein tief dunkelrothes Gas, welches sich in den kälteren Theilen der Röhre zu Krystall ähnlichen Schuppen von dunkelbrauner Farbe verdichtet, welche täuschend aussehen, wie das krystallisirte Jod. Dieses Chlorid ist sehr flüchtig, daher sehr leicht zu sublimiren, es raucht an der Luft, und wenn dieselbe feucht ist, so geht es in eine schwarze Flüssigkeit über, welche beim Verdünnen mit Wasser eine Menge verschiedenfarbiger Uebergänge zeigt. Die Flüssigkeit wird zuerst blaugrün, dann grüngelb, hierauf dunkelroth, orange, rostgelb und endlich rein gelb. Das Wasser löst das Chlorid auf, aber unter sehr heftiger Erhitzung.

Es giebt noch eine Verbindung des Molybdänchlorids mit der Molybdänsäure. Die Formel dafür ist $MoCl_3 + 2MoO_3$. Wenn man wasserfreies Molybdänoxyd in einer Glasröhre gelind erhitzt und trockenes Chlorgas darüber leitet, so entsteht die gedachte Verbindung, welche schwach gelbliche Krystallschuppen zeigt, die sublimirbar sind, ohne zu schmelzen, und welche vom Wasser und vom Weingeist leicht gelöst werden.

Molybdän geht mit dem Jod zwei Verbindungen ein, mit dem Fluor sind drei Verbindungen bekannt, sie werden einfach durch Auflösungen des Molybdänoxydes in Flußsäure erzeugt. Wenn man Molybdänoxydul in Fluorwasserstoffsäure löst, so ergiebt sich eine purpurrothe Verbindung, welche durch Trocknen bei gelinder Wärme eine dem Firniß ähnliche Beschaffenheit annimmt. Wenn man dagegen Molybdänoxydhydrat in Flußsäure auflöst, so erhält man die zweite Verbindung, in welcher das Fluor in doppelter Menge enthalten ist. Die Lösung ist zwar auch roth, bei reichlichem Ueberschuß von Säure aber farblos. Wenn man die Lösung abdampft, so bildet sich ein schwarzes, krystallinisches Salz.

Die dritte Fluorverbindung, $MoFl_3$, wird erzeugt, wenn man Molybdänsäure in Flußsäure auflöst. Diese Auflösung ist die geforderte Verbindung. Langsam verdunstend, trocknet sie zu einer gelblichen Masse ein, wodurch sie dergestalt verändert wird, daß sie im Wasser nicht mehr vollständig löslich ist.

Alle drei Fluorverbindungen geben mit dem Kiesel wiederum Verbindungen von eigener Art; mit dem Cyan und dem Eisen verbindet sich das Molybdän gleichfalls in verschiedenen Stufen.

Tantalitmetalle.

Nach Otto's und Kopp's mühevollen Arbeiten ist festgestellt worden, daß der englische Gelehrte Hatchett im Jahre 1801 das Oxyd eines neuen Metalles entdeckte, welches in einem Mineral enthalten war, das aus dem Staate Columbia in Nordamerika herrührte und das man deshalb Columbit nannte. Mit diesem neuen Oxyde wurde damals nichts weiter vorgenommen, bis der schwedische Gelehrte Ekeberg eine ähnliche Entdeckung machte. Die Welt hat von diesem Gelehrten wenig Notiz genommen, da er schon in seinem 36. Jahre starb (1803), nur wenig mineralogisch-analytische Schriften verfaßt hat und gerade diese in jener sehr unruhigen Zeit die Aufmerksamkeit nicht in so hohem Grade erregten, wie dieses jetzt z. B. der Fall sein würde.

Ein Jahr vor seinem Tode stellte Ekeberg Untersuchungen über die Yttererde an und entdeckte dabei ein neues Metall, dasselbe wurde in einem andern schwedischen Mineral gleichfalls gefunden, und da dieses Oxyd eine sonderbare, die damals wenig oder gar nicht bekannte Eigenschaft hatte, sich mit den Säuren nicht zu verbinden, also in eine Säure gelegt werden konnte, ohne etwas davon zu sich zu nehmen, so nannte er das Oxyd oder vielmehr das Metall desselben Tantalum, in einer Anspielung auf den von den Göttern so hart gestraften Tantalus, welcher mitten im Ueberfluß von Trinkbarem und Eßbarem doch außer Stande war, etwas zu sich zu nehmen. Ekeberg nannte die beiden Mineralien Tantalit und Yttrotantalit, von dem Orte Ytterby in Schweden, dem Fundorte derselben. Das Tantalit wurde zu Kimito in Finnland gefunden.

Die Sache wurde von den deutschen Chemikern aufgefaßt und namentlich Klapproth bestätigte die Eigenthümlichkeit des Oxydes, kein Salz zu bilden, aber Ekeberg erlebte weder dieses noch den Verfolg fernerer Untersuchungen, welche ohnedies erst im Jahre 1809 durch Wollaston aufgenommen wurden. Dieser entdeckte nun auch, daß die Columbitsäure,

welche Hatchett entdeckt hatte, mit der Substanz identisch war, welche Ekeberg aus dem Tantalit dargestellt hatte. Er fand ferner auch, daß die beiden Mineralien Tantalit und Columbit sich nur dadurch unterscheiden, daß der Tantalit poröser, körniger sei, woher derselbe ein geringeres specifisches Gewicht hatte, als der Columbit.

Berzelius nahm nunmehr die Untersuchungen auf und bestätigte das von Wollaston Gesagte, daher der Name Tantalit eigentlich dem früher gegebenen Columbit hätte weichen müssen, aber wahrscheinlich aus Vorliebe für den schwedischen Landsmann Ekeberg behielt er den Namen Tantalit, gab aber doch eine andere Ursache an, nämlich die, daß es unpassend sei, ein Mineral nach seinem Fundorte zu benennen, obschon diese Bezeichnungsart in der Mineralogie viel hundertfältig vorkommt. Berzelius stellte im Jahre 1824 das Metall selbst dar, das Mineral aber wurde im Laufe der Jahre an vielen Orten gefunden, so in Bayern, in Nordamerika, in Schweden an vier verschiedenen Orten, in Sibirien im Ilmengebirge, in Frankreich in der Gegend von Limoges 2c.

Das Tantal gehört zu denjenigen Körpern, welche von der Kohle nicht vollständig reducirt werden können. Schon Ekeberg versuchte die Reduktion in einem Kohlentiegel, aber weder er noch später Berzelius erhielten ein reines Metallkorn. In einen Kohlentiegel wurde ein Loch von der Stärke eines Gänsekiels gebohrt, wurde mit geglüheter Tantalsäure fest vollgestampft, in einen hessischen Tiegel gesetzt, zugedeckt und verklebt, nach dem Trocknen aber $1\frac{1}{2}$ Stunden lang dem heftigsten Gebläsefeuer ausgesetzt. Der Inhalt des Tiegels war zusammengesunken zu einem Körper von der Gestalt der gebohrten Oeffnung, war noch kürzer geworden und füllte die Oeffnung auch nicht mehr vollständig aus, so daß er beim Umkehren des Tiegels herausfiel, es war eine graubraune, nicht metallische Masse, auswendig schwach glänzend und in's Gelbe oder Röthliche spielend, aber ohne allen Metallglanz. Berzelius hielt die so erhaltene Substanz für das wirkliche Tantalmetall, weil die Substanz sich an der Luft erhitzte und unter Feuererscheinung oxydirte. Späterhin suchte aber Berzelius unter Hülfe des Kaliummetalles die Reduktion noch einmal und erhielt nun einen Körper von durchaus anderen Eigenschaften, der das eigentliche Tantal zu sein schien.

Berzelius stellte dasselbe auf folgende Weise dar. Ein Tantalsalz, das Tantalfluorkalium, wird bei mäßiger Erwärmung getrocknet und dann mit Kaliummetall in einem eisernen Tiegel erhitzt. Es geschieht dieses unter fortwährendem Umrühren über einer Spirituslampe. Sobald die Masse von Außen glühend geworden ist, setzt sich die Erglühung von selbst mit großer Lebhaftigkeit nach Innen fort und das Kalium verbrennt auf

Kosten des Tantalfluors, indem sich das Fluor mit dem Kalium verbindet, ein auflösliches Salz bildet, welches ausgewaschen werden kann und dann das Tantalmetall als schwarzes Pulver zurückläßt. Es nimmt unter dem Polirstabe eine eisengraue Farbe und einigen Metallglanz an; als große Merkwürdigkeit wird angesehen, daß es die Elektricität fast gar nicht leitet, was an einem Metalle fast unerhört ist. Wird es unter Zutritt der Luft erhitzt, so entzündet es sich noch lange vor der Glühhitze und verglimmt mit großer Lebhaftigkeit, diejenige Oxydationsstufe bildend, welche man Tantalsäure nennt. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, ja selbst eine Mischung der beiden letzteren wirken darauf beinahe gar nicht. Stunden lang damit gekocht, nehmen dieselben doch kaum Spuren davon auf. Die Flußspathsäure aber greift dieses Metall sehr lebhaft an und verbindet sich damit zu einem Salz.

Der Umstand, daß es die Elektricität nicht leitet, veranlaßte Berzelius zu genaueren Untersuchungen und da ergab sich denn, daß das soeben angeführte, durch Kalium reducirte Präparat noch keinesweges das wirklich metallische Tantal sei, sondern daß es nur auf der Oberfläche, keinesweges im Innern der erschienenen Körner metallisch war. Berzelius untersuchte genau dasjenige im Kohlentiegel reducirte Quantum Tantalsäure und dabei fand er, daß lediglich der gelbe äußerliche Ueberzug metallisches Tantal war und dieses leitete nun allerdings auch die Elektricität, wie man gewohnt war, es an allen Metallen zu finden.

Verbindungen des Tantals mit dem Sauerstoff.

Man kennt deren zwei. Das Tantaloxyd enthält in 100 Theilen 92 Tantal und 8 Sauerstoff, wird erhalten, wenn man Tantalsäure auf die oben angegebene Weise in einem Kohlentiegel 1½ Stunden lang dem heftigsten Gebläsefeuer aussetzt, sie sintert dabei zusammen, verliert einen Theil ihres Sauerstoffes, ist aber metallisch nur an der äußersten Oberfläche, auf der sich ein gelber Anflug zeigt, das übrige ist das Tantaloxyd. Es ist porös, von Farbe dunkelgrau, hat keinen Metallglanz, erhält aber einen solchen, wenn man dasselbe mit einem Polirstahl oder mit Blutstein auf einem untergelegten harten Körper kräftig reibt, auch wenn man es auf einem feinen Schreibstein reibt, giebt es einen eisenähnlichen, metallischen Strich. Nach frischer Bereitung befeuchtet entwickelt es einen Geruch

nach Wasserstoffgas. Man weiß nicht genau, ob dieses davon herrührt, daß sich das Metall oxydirt, wodurch natürlich Wasserstoffgas frei werden würde, oder ob vielleicht eine kleine Quantität Mangan in dem Präparat vorhanden ist, da das Erz selbst hiervon niemals frei bleibt. Zerrieben giebt das Tantaloxyd ein braunes Pulver, ohne eine Spur von Metallglanz, die Körner sind so hart, daß sie das Glas ritzen, es wird von keiner Säure, selbst nicht von Fluorwasserstoffsäure mit Salpetersäure gemischt aufgelöst, wenn man es jedoch mit Kali schmilzt, so wird es oxydirt und verbindet sich mit dem Kali. Mit Salpeter erhitzt, verpufft es; an offener Luft bis zur Glühhitze gebracht, verglimmt es und verwandelt sich in ein hellgraues Pulver.

Tantalsäure enthält in 100 Theilen 88,5 Tantal und 11,5 Sauerstoff. Man erzeugt diese Säure aus dem Mineral, welches man Tantalit nennt, auf folgende Art: Der Tantalit wird pulverisirt und geschlemmt, dann mit schwefelsaurem Kali, dessen man 6 bis 8 Mal so viel nimmt, als man Tantalit anwendet, sorgfältig gemengt und in einem Platintiegel erhitzt, bis es in glühenden Fluß kommt und alles wie eine klare Auflösung fließt, auch sich kein unaufgelöstes Pulver mehr am Boden des Tiegels zeigt.

Wenn nunmehr die Masse kalt geworden ist, wird sie abermals fein verrieben und mit Wasser ausgekocht, so lange dieses noch etwas davon auflöst. Es wird dadurch schwefelsaures Eisenoxyd und Manganoxydul aufgenommen und entfernt, indessen die Tantalsäure unaufgelöst zurückbleibt. Durch das Auswaschen ist aber keineswegs alles Eisenoxyd entfernt, auch findet man nicht selten Zinnoxyd und Wolframsäure in dem Tantalerze, welche dann auch die Tantalsäure verunreinigen. Um diese fremden Säuren und Oxyde zu entfernen, wäscht man sie und digerirt sie alsdann mit Schwefelammonium, welches Schwefelwasserstoff enthält. Hierdurch wird das Eisenoxyd in Schwefeleisen umgewandelt, die Wolframsäure und das Zinnoxyd werden von dem Schwefelammonium aufgelöst.

Durch diese Operation geht die Tantalsäure, welche vorher weiß erschien, nunmehr in eine grüne oder schwarze Farbe über. Das Eisen [illegible] hier also noch vorhanden in Gestalt eines Schwefelmetalles, [illegible] Wolfram und Zinn sich in der Auflösung befinden. Nach dem Ab[illegible] der Lösung wird die zurückbleibende Säure mit Wasser gewaschen; [illegible] das Schwefeleisen sich nicht wieder oxydire, wird diesem Wasser Schwefelammoniumsalz zugesetzt, dann übergießt man sie mit [illegible] und kocht sie so lange, bis sie ihre frühere weiße Farbe wieder. Ist dieses geschehen, und hat die saure Flüssigkeit das [illegible] Eisen aufgelöst, so gießt man die saure Flüssigkeit, die [illegible]

sorgfältig ab und wäscht das weiße Pulver, die zurückbleibende Tantalsäure so lange mit heißem und kochendem Wasser aus, als die ablaufende Flüssigkeit noch das Lackmuspapier röthet. Diese Tantalsäure ist wasserhaltig. Wenn sie getrocknet worden und dann in einer Retorte erhitzt wird, so wird sie wasserfrei und das abgegebene Wasser ist vollkommen rein und hat nicht eine Spur von Säure. Aber die Säure selbst verliert durch dieses Entziehen des Wassers die Eigenschaft als Säure zu wirken und auf das Lackmuspapier zu reagiren. Die $11\frac{1}{2}$ Prozent Wasser, welche die nicht so behandelte enthält, machen dieselbe als Säure wirksam.

Die trockene Säure wird beim Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali von demselben aufgelöst, auf nassem Wege wird sie von saurem oxalsauren Kali aufgelöst, allein die Tantalsäure muß wasserhaltig sein und muß mit dem oxalsauren Kali gekocht werden. Die Auflösung ist farblos; die Tantalsäure wird aus dieser Auflösung durch Alkalien niedergeschlagen. Wenn die Säure nicht frei von Wolframsäure war, so erhält die gesättigte Auflösung beim Erkalten ein gallertartiges Ansehen und sie wird weiß, wie gestandene Milch, steckt man aber ein kleines Stückchen Zink hinein, so erhält sie eine bläuliche Farbe. Von einem Zusatz eines Galläpfelaufgusses wird sie orangegelb gefärbt und ist der Zusatz beträchtlich, so bildet sich ein Niederschlag von dieser Farbe, wie denn auch das trockene Hydrat mit derselben Flüssigkeit übergossen, orangefarbig wird.

Wenn die Tantalsäure geglüht wird, so verliert sie ihre Auflöslichkeit in Flüssigkeiten ganz und gar.

Verbindung des Tantals mit dem Schwefel.

Es ist sehr schwer, diese Verbindung darzustellen, denn das Metall hat man nicht in genügender Menge und die Säure wird weder vom Schwefel, noch vom Schwefelwasserstoff, noch von einem andern Schwefelmetall, wie Zinnober oder Schwefelkalium, zersetzt, wenn man aber Tantalmetall besitzt, so kann man Schwefeltantal einfach dadurch darstellen, daß man es bis zum Glühen erhitzt und Schwefeldämpfe darüber leitet, es entzündet sich dadurch und verbrennt zu Schwefeltantal. Heinrich Rose ist es übrigens gelungen, auch die Tantalsäure zu zersetzen; er bringt dieselbe in einer Porzellanröhre, welche in einem Ofen eingeschlossen ist, zum Weißglühen und leitet dann die Dämpfe von Schwefelkohlenstoff darüber. Wir

sehen aus der Figur 1208, daß die Operation ganz einfach ist, die kleine Retorte mit dem Schwefelkohlenstoff ist an der einen Seite der Röhre

Fig. 1208.



angebracht und kann durch eine untergesetzte Lampe erhitzt werden. Ist der Hals der Retorte jedoch nur etwa 3 oder 4 Zoll lang, so bedarf es einer besonderen Erhitzung gar nicht, in diesem Falle nämlich strahlt der Ofen Wärme genug aus, um das überaus flüchtige Material, welches die Retorte füllt, in Dampf zu verwandeln. Der Schwefelkohlenstoff wird im Verlauf der Operation so zersetzt, daß der Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas wird, der frei gewordene Schwefel dagegen sich zum Theil mit dem Metalle verbindet, zum Theil aber auch frei wird und mit den unzersetzten Dämpfen des Schwefelkohlenstoffes weiter geht. Zu diesem Behufe ist die Röhre außerhalb des Ofens durch einen Ansatz b c d verlängert, dessen Ende in Wasser taucht. Man erkennt nunmehr die Vollendung der Verwandlung daran, daß die sämmtlichen Dämpfe des Schwefelkohlenstoffs unverändert durch die Röhre gehen und sich im Wasser vollständig niederschlagen. Man nimmt alsdann die Glasröhre fort und verschließt die Porzellanröhre durch einen Korkstöpsel, worauf man den Ofen erkalten läßt. In der Röhre befindet sich das Schwefeltantal als eine pulverförmige, oder körnige, grau metallisch glänzende Masse von krystallinischem Ansehen, hat eine gewisse Aehnlichkeit mit gröblichem Graphitpulver, es fühlt sich auch so weich an. Durch Druck kann es zu einer zusammenhängenden Masse gebracht werden, welche noch stärkeren Metallglanz hat als das krystallinische Pulver. Unter Zutritt der Luft erhitzt, verbrennt es unter anfangendem Glühen, wobei der Schwefel mit blauer Flamme, indem dieser letztere als Gas vertrieben wird und sich das Tantalmetall zu Tantalsäure oxydirt. ...

Schwefelsäure zurückhält und zwar so ...

bloßes Glühen nicht vertrieben werden kann. Wenn man die so erzeugte Säure aber in einem Tiegel zum Glühen bringt und in denselben, wenn er glüht, ein Stück reines, kohlensaures Ammoniak legt und zudeckt, so verflüchtigt sich die Schwefelsäure in der dadurch hervorgebrachten Atmosphäre von Ammoniak.

Das Schwefelmetall, lange Zeit der Einwirkung trockenen Chlorgases ausgesetzt, verbindet sich damit ohne Unterstützung durch die Wärme, mit deren Hülfe es allerdings schneller geht; es bildet sich dabei Chlorschwefel und Chlortantal, welche sich nicht mischen, sondern gesondert bleiben.

Kaustisches Kali aufgelöst greift das Schwefeltantal nicht an; wenn man das Kali aber mit dem Schwefeltantal zusammenschmilzt, so erhält man schon bei gelinder Hitze eine Masse von orangegelber Farbe, welche auch beim Erstarren sich nicht verändert. Im durchgehenden Lichte erscheint sie ganz anders als im auffallenden, nämlich dunkel grünblau, eine Erscheinung, die wir häufig wiederkehren sehen, wie z. B. bei dünnem Milchglase, welches im auffallenden Lichte bläulich, im durchgehenden aber hoch orange erscheint, so wie auch die Indigolösung in dünnen Schichten bald dunkelblau, bald tief purpurroth aussieht, je nachdem man sie vom Lichte bescheinen oder das Licht hindurchgehen läßt.

Dieses alkalische Schwefelmetall wird mit Wasser übergossen sofort schwarz und das Wasser löst das kaustische Alkali auf, wobei es nicht eine Spur von Schwefellebergeschmack hat, vorausgesetzt, daß beim Schmelzen die Luft gehörig abgehalten wurde.

Verbindungen des Tantals mit den Salzbildern.

Chlortantal. Tantal in reinem Chlorgas erhitzt, entzündet sich und verbrennt darin mit Lebhaftigkeit, es bildet dabei ein gelbes Gas, welches dem reinen Chlorgas ähnlich ist, allein das Chlortantal condensirt sich aus dem kälteren Theil als weißes, mehliges Pulver. Wird dieses Chlortantal mit Wasser befeuchtet, so zersetzt es dasselbe mit solcher Heftigkeit, daß es zischt, wie glühendes Eisen unter der Berührung mit Wasser, es entsteht auch eine starke Erhitzung und es bildet sich Tantalsäure aus dem Tantal und dem Sauerstoff des Wassers, während das Chlor mit dem Wasserstoff zu Salzsäure wird und sich in dem überschüssigen Wasser auflöst, aber auch zugleich etwas Tantalsäure mitnimmt, die sich dann

beim Abdampfen der Flüssigkeit in einem halb durchscheinenden Zustande ausscheidet.

Fluortantal. Die Tantalsäure, wenn sie geglüht war, löst sich, wie bereits bemerkt, in keiner Säure, auch nicht in der Fluorwasserstoffsäure auf, wasserhaltige Tantalsäure aber wird vollkommen aufgelöst, ist absichtlich oder zufällig etwas Tantalitpulver bei der Tantalsäure, so wird dieses nicht angegriffen, sondern bleibt unverändert zurück. Das neue Salz des Fluortantals löst sich farblos im Wasser auf, concentrirt sich durch freiwillige Verdampfung nach und nach bis zu einem gewissen Grade, von da ab aber nicht weiter ohne künstliche Wärme. Mit Unterstützung dieser, welche nicht über 30 Grad zu gehen braucht, wird sie concentrirt, so daß man Krystalle daraus erhält, welche eine Verbindung zu sein scheinen, nicht von Fluor und Tantal, sondern von Fluorwasserstoffsäure und Fluortantal, d. h. Tantalfluorwasserstoffsäure. Diese Krystalle verwittern an der Luft und verlieren einen Theil ihrer Säure und sind dann in Wasser nicht mehr vollkommen löslich, während die unverwitterten es sind. Wenn man die Auflösung bei etwas stärkerer Wärme bis zur Trockenheit verdampft, so erhält man eine weiße Masse, welche glänzend und halb durchsichtig, wie Emaille aussieht, sie hat keine Spur von Krystallisation, ist aber doch nichts anderes, als die vorhin gedachte krystallisirte Tantalfluorwasserstoffsäure. Diese Säure giebt einige Doppelsalze, welche Glühhitze ertragen, ohne dadurch zersetzt zu werden.

Die übrigen Tantalitmetalle.

H. Rose wurde zuerst auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam, daß die Tantalite von verschiedenen Fundorten ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht besitzen und daß diejenigen Tantalite, welche schwerer waren als andere, auch Metallsäuren gaben von größerem specifischen Gewichte. Da dieses gegen die bis jetzt bekannten Gesetze der chemischen Verbindungen verstößt, so glaubte Rose mit Recht schließen zu können, daß diese verschiedenen Säuren die Oxyde verschiedener Metalle seien, und so war es auch, es ergab sich, daß noch ein anderes Metall, vielleicht gar zwei in den Erzen enthalten seien; man nannte dieselben Pelopium und Niobium (Kinder des Tantalus). Stellt man die Säure aus finnländischem Tantalit dar, so erhält man Tantalsäure, stellt man sie aus amerika-

nischem oder sibirischem oder bairischem Columbit dar, so erhält man Niobsäure.

Wir haben oben gesehen, auf welche Weise man das Fluorid des Tantals darstellt; wenn man dieselbe Verfahrungsart auf bairischen oder sibirischen Columbit anwendet, so treten zwei verschiedene Chloride auf; das eine ist weiß, unschmelzbar und sehr schwer zu verflüchtigen, das andere hat eine gelbe Farbe, ist wohl schmelzbar und viel leichter zu verflüchtigen. Das weiße Chlorid tritt immer am Anfange, das gelbe gegen das Ende der Operation auf, das flüchtige gelbe Chlorid läßt sich durch Erhitzung wegtreiben und dadurch eine Trennung beider Chloride bewerkstelligen. Hierbei tritt aber ein großer Uebelstand auf, das weiße Chlorid nämlich ist sehr voluminös und verstopft dadurch nicht selten die Röhre, auch wenn sie ziemlich weit genommen worden ist, das Chlorgas aber, welches die Verwandlung bewerkstelligen soll, muß freien Durchgang durch die Glühröhre haben und um dieses zu bewerkstelligen, muß man das Sublimat an der Stelle, wo es sich angesetzt hat, schnell sehr stark erhitzen, wodurch dann wieder Raum gewonnen wird.

Diese beiden Substanzen wurden von Rose für die Chloride zweier verschiedener Metalle genommen, das Metall des gelben Chlorids nannte er Pelopium oder kürzer Pelop, das Metall des weißen Chlorids nannte er Niobium oder Niob. Nach vielen vergeblichen Versuchen wurde von demselben endlich entdeckt, daß diese Substanzen nicht verschiedene Metalle enthielten, sondern verschiedene Chloride desselben Metalles seien, und es gelang von da ab jeder Zeit, das gelbe oder das weiße Chlorid zu erhalten, wie man es haben wollte; um das gelbe darzustellen, wird die Metallsäure mit Kohle in einem sehr großen Verhältniß gemengt, aus dem Gemenge durch starke Erhitzung und einen Strom trockenen Kohlensäuregases alle Feuchtigkeit vertrieben, endlich das Chlor trocken und rein und vollkommen luftfrei angewendet.

Will man weißes Chlorid darstellen, so wird die aus den Columbiten gewonnene Säure mit Zucker verkohlt, gleichfalls unter Kohlensäure geglüht, dann aber ein luftfreier Chlorapparat angebracht und die stärkste Hitze gegeben, welche das Glasrohr zu ertragen vermag, wo dann nach wenigen Augenblicken das weiße Chlorid erscheint; da sich aber hierdurch die Röhre so leicht verstopft, so darf man nicht mehr als 30 Gran der Säure anwenden und man muß trotz dessen das Rohr noch sehr weit nehmen.

Das weiße und das gelbe Niobchlorid sowie das Tantalchlorid zeigen sich bei der Zersetzung durch Wasser auffallend von einander verschieden.

Wenn man weißes Niobchlorid mit vielem Wasser übergießt, so zeigt sich eine milchweiße Verbindung, ein Gemenge von Niobsäure und Wasser;

wenn man dieses Gemenge kocht, so bildet sich ein flockiger Niederschlag, welcher eine auffallende Aehnlichkeit mit dem auf ähnliche Weise dargestellten Chlorsilber hat. Trennt man von diesen Flocken die Flüssigkeit, so zeigt sich keine Spur von Niobsäure in derselben.

Wenn man gelbes Niobchlorid mit vielem Wasser übergießt, so scheidet sich zwar die Niobsäure gleichfalls, aber nicht in zusammengeronnenen Flocken aus, die Flüssigkeit geht dann langsam und nur mit Schwierigkeit durch das Filtrum und es bildet sich dabei Chlorwasserstoffsäure, welche etwas Niobsäure aufgelöst enthält. Dieses Umstandes wegen wird die Untersuchung des gelben Chlorids ziemlich schwierig.

Das Tantalchlorid kann durch Erhitzen mit Wasser nicht vollständig zerlegt werden, es scheidet sich immer etwas Tantalsäure ab, welche mit durch das Filtrum geht und die Säure ist auch durch das sorgfältigste Aussüßen nicht vollständig von aller Salzsäure zu befreien, die Zersetzung des Tantalchlorids gelingt aber leicht durch Ammoniakwasser, welches den Chlorgehalt aufnimmt, indessen die Tantalsäure sich in flockiger Gestalt ausscheidet und durch Filtriren absondern läßt. Dieses Experiment läßt sich mit den beiden Chloriden des Niobmetalles nicht machen, indem das Ammoniakwasser die Säure so gut auflöst, als es das Chlor ergreift und in Salzsäure verwandelt.

Auch bei der Behandlung mit Schwefelsäure und Salzsäure zeigen sich die drei Chloride verschieden.

Das weiße Niobchlorid löst sich bei schwacher Erwärmung in concentrirter Schwefelsäure, beim Kochen trübt sich die Auflösung nicht, auch bei der Verdünnung mit kaltem Wasser bleibt sie noch klar. Wenn die verdünnte Lösung aber gekocht wird, so trübt sie sich und läßt alle Niobsäure fallen.

Das gelbe Niobchlorid löst sich gleichfalls in concentrirter Schwefelsäure, aber die Auflösung trübt sich beim Kochen und bildet beim Erkalten eine gallertartige Flüssigkeit.

Tantalchlorid löst sich in Schwefelsäure schon in der Kälte und unter Entwickelung von Salzsäure zu einer Flüssigkeit auf, welche eine schwache Trübung hat, durch Kochen stark gedrückt wird und beim Erkalten eine Gallerte bildet, welche weiß und opalisirend ist.

Mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, zeigen sich gleichfalls große Verschiedenheiten, das weiße Niobchlorid löst sich nicht darin auf und gerinnt auch nicht darin, beim Kochen aber wird es zwar auch nicht aufgelöst, wenn die Säure concentrirt war, bei der Verdünnung mit Wasser aber löst sich im Kochen alles auf.

Das gelbe Niobchlorid löst sich in Chlorwasserstoffsäure auf, trübt

und gerinnt damit, das Tantalchlorid löst sich zu einer trüben ffigkeit auf, welche nach einiger Zeit eine Gallerte bildet, und Schwefelre bringt darin einen starken Niederschlag hervor.

In neuester Zeit hat sich in dem Yttrotantalit ein neues Metall geden, nicht dasjenige, das man früher in diesem sibirischen Mineral verthete, das Tantalmetall, sondern ein wirklich neues von einem anderen ischen Gewicht und von ganz anderen physikalischen Eigenschaften, es rde nach dem Gebirge, welchem dieses Mineral entstammt, Ilmenium nnt. (Das Ilmengebirge im Gouvernement Orenburg im Kreise heljabinsk, woselbst der große Kupferhüttort Miask mit mehr als 0 Meisterleuten, deren jeder 8 bis 10 Arbeiter unter sich hat, bem ist.)

Dieses Ilmenium ist vorzugsweise in einem seiner Oxyde, der Ilmenure, bekannt, welche beim Glühen goldgelb, beim Erkalten wieder weiß rd, und welche beim Schmelzen mit kohlensaurem Natron sich mit diesem bindet und die Kohlensäure vertreibt.

Rose hat übrigens durch seine Untersuchungen dargethan, daß das Minel, aus welchem die neue Säure dargestellt worden ist, der Yttroilmenit, nz identisch sei mit einem anderen durch Gustav Rose untersuchten und nan bestimmten Minerale, dem Uranotantalit, er hat ferner dargethan, ß die neue Ilmensäure keineswegs eine eigenthümliche, sondern nur eine olframsäurehaltige Niobsäure sei.

Vanadium oder Vanad.

Das Vanadium wurde im Jahre 1830 durch Lesström in einem wedischen Eisen entdeckt, welches aus den Erzen von Taberg gewonnen ar und welches seiner ganz besonderen vortrefflichen Dehnbarkeit wegen e Aufmerksamkeit der Techniker auf sich zog, daher die Untersuchung veracht wurde. Da man den Ursprung dieses Eisens kannte, so wurden die Schlacken, namentlich die von dem Frischprozeß herrührenden, t, und es wurde das Vanadium in denselben in noch größerer als in dem Eisen. Später, als man auf dieses neue e, suchte man in anderen Mineralien darnach

und man fand es in den Erzen einer Bleimine von Mexiko, in den kupferhaltigen Schiefern von Mansfeld, in einigen uranhaltigen Mineralien und in einigen Eisenerzen sächsischen Ursprungs. Im Jahre 1848 ist aber in Chile ein reiches Lager von Blei mit Vanadium entdeckt worden, welches gegenwärtig die Hauptquelle dieses Metalles ist.

Nachdem man das Metall dargestellt hatte, wurde seine Geschichte verfolgt und es ergab sich, daß schon im Jahre 1801 dasselbe entdeckt worden war, indem der Chemiker del Rio es aus dem Bleierze von Zimapan in Mexiko gezogen; er nannte es Erythronium, seine Entdeckung wurde aber lebhaft angefochten und er nahm die Behauptung zurück, bis nach vielen Jahren das Vanadium entdeckt, dann jenes Bleierz durch Wöhler von Neuem untersucht und in demselben das Vanadium nachgewiesen wurde. Neuere Untersuchungen haben dargethan, daß es auch im Uranpecherz, in einem Bleierz von Wannockhead in Schottland, ferner in den Erzen und Hüttenprodukten von Perm, in den Bohnerzen von Steinlade, in dem Herzogthum Braunschweig, in den Lichtenbergen 2c. gefunden wurde.

Die Bohnerze sind uns das zugänglichste Mineral für die Darstellung des Vanads. Man kann dieselben von der Eisenhüttenadministration von Zellerfeld am Harze beziehen und kostet die Quantität von 25 Pfund nicht mehr als ½ Thaler, daher man dieses Mineral auch fast ausschließlich aller anderen benutzt; man pulvert das Bohnerz sehr fein, mengt es mit einem Drittel seines Gewichts Salpeter, setzt das Gemenge in einem Tiegel eine Stunde lang schwacher Glühhitze aus und zerreibt nach dem Erkalten die Masse, um sie dann mit wenigem Wasser auszukochen.

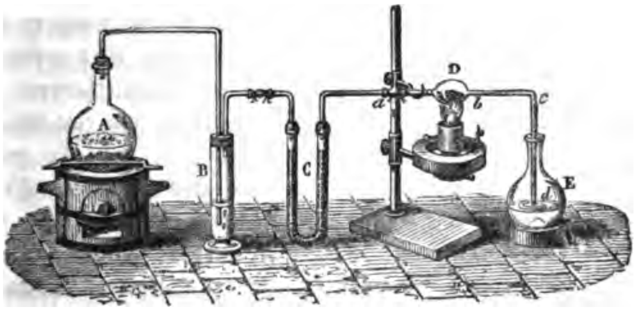
Die abfiltrirte Lösung enthält Kali und Thonerde mit den Säuren vieler verschiedenen Metalle, die in dem Erze vorhanden sind, verbunden, es ist Vanadsäure, Chrom-, Molybdän- und Arsensäure, es ist Phosphor- und Kieselsäure, es ist salpetrige Säure darin vorhanden, welche bald mit dem Kali, bald mit der Thonerde vereinigt sind.

Man rührt die Flüssigkeit stark um, setzt ihr Salpetersäure zur Neutralisation zu, so daß sie nur noch schwach alkalisch wirkt und keine salpetrige Säure frei wird; es bildet sich nun ein Niederschlag von Thonerde und Kieselsäure, welche sich abscheidet und durch Filtriren getrennt wird. Zu dem klaren Filtrat setzt man eine Lösung von Chlorbarium, so lange noch ein Niederschlag entsteht, welcher die Barytsalze der mehrsten in der Lösung befindlichen Säuren enthält. Dieser Niederschlag wird wiederum gesammelt, gewaschen und dann noch feucht mit wenig verdünnter Schwefelsäure gekocht, es bildet sich hierdurch schwefelsaurer Baryt, welcher einen Niederschlag giebt, über den ein rothgelbe Säurelösung steht, dieselbe wird von dem Niederschlage getrennt, mit Ammoniak neutralisirt, durch Abdampfen

concentrirt, dann wird aber demselben ein Stück Salmiak beigefügt, welches zu groß ist, um vollständig gelöst werden zu können. Nun endlich gelangt man zu der Vanadsäure. Wie sich nämlich die Flüssigkeit mit dem vorhandenen Salmiak sättigt, so scheidet sich ein weißes oder gelbes Krystallmehl aus, das mit gesättigter Salmiaklösung und dann mit Weingeist gewaschen, sich als vanadsaures Vanad erweist. Wenn dieses Salz unter genügendem Luftzutritt erhitzt wird, so nimmt es nach und nach eine schwarzrothe Färbung an, es wird Vanadsäure, welche bei stärkerem Erhitzen schmilzt und eine rothe Farbe annimmt, beim Erkalten aber vollständig krystallinisch erstarrt.

Will man aus dieser Säure das neue Metall darstellen, so muß es durch Kalium abgeschieden werden. Gleiche räumliche Theile, gleiche Mengen, dem Maße nach von geschmolzener Vanadsäure und Kalium, bringt man in einen Porzellantiegel, dessen Deckel man gut befestigt. Man bringt nunmehr diesen Tiegel über eine Alkohollampe und erwärmt ihn behutsam, sehr bald ergreifen sich diese Substanzen unter einer so lebhaften Thätigkeit, daß man sie beinahe eine Explosion nennen kann, weswegen auch nöthig ist, daß die Operation in einem guten, probehaltigen Tiegel gemacht und daß der Deckel mit Eisendraht sehr gut darauf befestigt werde. Was nun in dem Tiegel zurückbleibt, muß gut ausgewaschen und dadurch das Kali entfernt werden; der Rückstand ist ein schwarzes Pulver, das unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt.

Fig. 1209.



Es giebt noch eine zweite Methode der Darstellung, indem man nämlich Vanadsuperchlorid (wovon wir später sprechen werden) in eine Kugelröhre D (Fig. 1209) bringt, durch welche Ammoniakgas, in dem Kolben A erzeugt, geführt wird. Dasselbe muß trocken sein, daher die bekannten Vorsichtsmaßregeln mit dem Waschgefäße B und der Trockenröhre C nicht vernachlässigt werden dürfen, die Kugelröhre bleibt kalt und die hier ge-

zeichnete Weingeistlampe tritt erst später in Wirkung, die Zuführung von Gas dauert so lange, als noch etwas davon absorbirt wird. Um dieses zu erkennen, ist von der Kugel D eine Röhre bcd in einen Kolben E mit Wasser geleitet worden. Sobald sich hier Gas in genügender Menge zeigt, schließt man daraus, daß keins mehr von dem Chlorid aufgenommen wird, welches in der Kugel D enthalten ist. Nunmehr erst bringt man die Spirituslampe unter dieselbe, während das Ammoniakgas ununterbrochen zugeführt wird, es entweicht jetzt Salmiak und es erfolgt die Reduktion, man findet das Vanadiummetall in der Kugel (welche zerbrochen werden muß), es ist von silberweißer Farbe, bildet kleine Schuppen und Perlen und da, wo es an der Glaswand haftet, ist es auch vollkommen spiegelglänzend.

Das Metall ist nicht dehnbar, ist auch bei der gewöhnlichen Temperatur, so wie bei der höchsten, welche unsere Gebläseöfen zu geben vermögen, nicht schmelzbar, es ist ein guter Leiter der Wärme und Elektricität, von der Luft und dem Wasser wird es bei gewöhnlicher Temperatur nicht oxydirt, bis zum Rothglühen erhitzt aber entzündet es sich und verbrennt zu schwarzem Oxyd, die Schwefelsäure, die Chlorwasserstoff- und die Fluorwasserstoffsäure greifen dieses Metall nur sehr wenig an, in der Salpetersäure und in Königssäure löst dasselbe sich unter wunderschöner dunkelblauer Färbung auf. Sehr merkwürdig ist, daß dieses Metall durch unsere gewöhnlichen Hülfsmittel nicht mit dem Schwefel verbunden werden kann, selbst wenn man es zu lebhafter Rothglühhitze bringt und einen starken Strom von Schwefeldämpfen darüber gehen läßt, bleibt es unverändert.

Um das Vanad aus der Frischschlacke darzustellen, verfährt man nach Wöhler's Angabe in folgender Weise: Die Schlacke wird gleichfalls fein gepulvert und mit einem gleichen Gewichte von salpetersaurem Kali und kohlensaurem Kali gemengt, in einen Tiegel gebracht und eine Stunde lang mäßig geglüht. Man pulvert nunmehr die Masse, kocht sie mit Wasser und filtrirt die Lösung, welche viele oder alle oben genannten Säuren und Salze enthalten kann. Die Masse ist durchaus alkalinisch und muß deshalb zuerst mit Salpetersäure neutralisirt werden, worauf man sie abdampft und durch Erkalten die größte Menge des Salpeters auskrystallisiren läßt, die Krystalle werden abgewaschen, das Waschwasser wird zu der Mutterlauge gethan und beide werden mit einander vermischt durch Zusatz von essigsaurem Bleioxyd gefällt. Es giebt einen Niederschlag, den man sammelt, auswäscht und mit einem Gemische aus rauchender Salzsäure und Alkohol langsam, aber doch schließlich beinahe bis zur Siedhitze erwärmt. Es wird hier zuerst die Kieselsäure, dann das Blei in der Form von Chlorblei abgeschieden, endlich aber wird, was an Metallsäure in der

Lösung vorhanden war, in Chlorür verwandelt und neben Phosphorsäure und Arsensäure aufgelöst.

Die Chlorüre färben die Flüssigkeit grün, sie wird bis zur Syrupskonsistenz eingedampft und dann mit Kalilauge versetzt, so daß das Kali ein klein wenig vorwaltet, in die so veränderte Lösung leitet man Chlorgas, worauf sich die Metalloxyde wieder mit gelber Farbe als Säure lösen und falls sie vorhanden sein sollte, die phosphorsaure Thonerde sich ausscheiden.

Hat man die Operation bis hierher geleitet, so sättigt man die Lösung mit Ammoniak, dampft sie ab und scheidet das vanadsaure Ammoniaksalz dadurch, daß man, wie bereits beschrieben, ein Stück Salmiak hineinstellt.

Die auf solche Art erhaltene Vanadsäure muß man als rohe bezeichnen, man schmilzt dieselbe und trägt in diese Schmelzung so viel Salpeter ein, daß eine aus dem Gefäß genommene Probe nicht mehr roth erscheint, es entsteht vanadsaures Kali, welches im Wasser gelöst und aus der Lösung durch Salmiak gefällt wird.

Verbindungen des Vanads mit dem Sauerstoff.

Es sind drei solcher Oxydationsstufen bekannt, ein Suboxyd, ein Oxyd und eine Säure.

Das Vanadsuboxyd, VO, enthält in 100 Theilen 89,5 Vanadium und 10,5 Sauerstoff. Man erhält dasselbe, indem man die Vanadsäure bei der Rothglühhitze durch einen Strom von Wasserstoffgas reducirt oder indem man sie in einem mit Kohlen ausgefütterten Tiegel schmilzt. Die erste Bereitungsmethode scheint die bessere zu sein, indem der Wasserstoff keine weitere Wirkung auf das einmal bis hierher reducirte Oxyd ausübt. Dieses Oxydul verbindet sich weder mit Säuren noch mit Basen, es ist also indifferent, seine Farbe ist ein schwärzliches Grau, der Metallglanz ist sehr gering, es läßt sich leicht pulvern und verbrennt unter Zutritt der Luft schon bei einer mäßigen Temperaturerhöhung. Durch Chlor wird es verwandelt in Vanadiumchlorid und Vanadsäure.

Vanadoxyd, VO_2, enthält in 100 Theilen 81 Vanadium und 19 Sauerstoff. Dasselbe wird bereitet, wenn man das vorhin dargestellte Oxyd zu 19 Theilen mit der Vanadsäure zu 23 Theilen mengt und dieses Gemenge in einem Strom von Kohlensäuregas erhitzt. Es bildet sich hier das Oxyd vollständig ohne Ueberschuß nach einer oder der anderen Seite hin aus, VO, VO_3 verwandeln sich in $2VO_2$.

Das Vanadoxyd im Zustande eines Hydrats ist weiß, durch die Verflüchtigung des Wassers aber wird es braun, ja schwarz, es nimmt aus der Luft sehr lebhaft den Sauerstoff auf und wird damit braun, späterhin grün. Wenn man es an der Luft erhitzt bis zum leichten Roth, giebt es auch die letzte Spur von Feuchtigkeit ab und wird eben dadurch schwarz. Das Wasser, welches mit dem hydrathaltigen Oxyd in Verbindung steht, wird grün dadurch, daß sich eine Zwischenstufe des Oxyds bildet, Wasser löst es übrigens nicht auf, die Säuren lösen das Oxydhydrat leicht auf, das entwässerte dagegen beinahe gar nicht.

Vanadsäure, VO_3, enthält in 100 Theilen 74 Vanad und 26 Sauerstoff. Die Darstellung dieser Säure ist bereits oben mitgetheilt worden. Man erhält zuerst vanadsaures Ammoniak und man gewinnt aus diesem die Vanadsäure, indem man das Salz derselben in einem offenen Platintiegel erhitzt, durch Absorption des Sauerstoffes wird zuerst ein Oxyd gebildet, welches eine schwarze Farbe zeigt, bald aber verwandelt dasselbe sich durch fernere Aufnahme von Sauerstoff in's Braune, Rothbraune und dann in's Gelbe, womit die Umwandlung in Vanadsäure beendigt ist. Diese Säure geht bei der Rothglühhitze in Fluß, bei der Erstarrung flammt sie plötzlich, aber nur für einen Augenblick, hellleuchtend auf, was eine Folge des Freiwerdens gebunden gewesener Wärme ist, die Farbe der erstarrten Säure ist gelblich roth und sie besteht aus einem verworrenen Gewebe von einzelnen Krystallnadeln, in deren Höhlungen mitunter schön ausgebildete Krystalle gefunden werden.

Die Säure röthet blaue Pflanzenfarben sehr lebhaft, sie ist in Wasser kaum löslich, es sind zur Auflösung von einem Theil Säure 1000 Theile Wasser nöthig, dasselbe enthält trotz dieser geringen Menge eine stark gelbe Färbung. Bei dieser Schwerlöslichkeit ist es auffallend, daß die Säure durch sehr viele, namentlich organische Substanzen zum Theile desoxydirt wird, so z. B. durch Alkohol, Zucker, Weinsäure, Oxalsäure, dasselbe geschieht aber auch durch schweflige Säure, durch Schwefelwasserstoffgas und endlich auch durch salpetrige Säure.

Salzsäure löst die Vanadsäure mit rothgelber Färbung auf und es wird nach und nach Chlor in der Flüssigkeit frei, wodurch die Lösung eine grüne Farbe erhält.

Die sogenannten intermediären Oxyde des Vanads bestehen aus Vanadoxyd und Vanadsäure, wie es scheint in verschiedenen Verhältnissen.

Diese Oxydationsstufen mit Ausnahme der ersten geben mit Alkalien oder sonstigen Basen und mit Säuren sehr viele verschiedene Salze, das Oxyd wird durch Kali oder Natron und zwar in kaustischem sowohl, als in kohlensaurem Zustande mit grauweißer Farbe als Hydrat niedergeschlagen,

welches sich in dem Kali oder Natron auflöst, falls die Menge groß genug, es entsteht vanadigsaures Kali. Auch die zwiefach kohlensauren Alkalien und die Ammoniakflüssigkeit geben Niederschläge, Schwefelwasserstoffgas fällt die Auflösung nicht, durch Galläpfelaufguß aber wird sie so dunkelblau, daß sie beinahe schwarz erscheint und ganz wie Dinte aussieht. Mit der Schwefelsäure bildet sich ein Salz von der Farbe des Kupfervitriols, nur von einem viel tieferen Blau. Um dasselbe darzustellen, löst man die Säure oder das Oxyd des Metalles in Schwefelsäure, welche nur mit einem gleichen Gewichte Wasser verdünnt ist, man setzt ihr etwas Oxalsäure zu, um die etwa vorhandene Vanadsäure auf die nächst untere Oxydationsstufe zurückzuführen, die so gewonne Lösung wird abgedampft und beim Erkalten schießen dann Krystallkrusten von dunkler, nicht schön blauer Farbe an; wenn man sie wiederholt mit Weingeist auswäscht, so zerfallen sie in ein himmelblaues Krystallpulver, welches, um nicht zersetzt zu werden, ohne Erwärmung, also im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrocknet werden muß. Wenn man diese Substanz von heißem Wasser auflösen und diese Lösung lange stehen läßt, so bilden sich jene schönen, tief dunkelblauen Krystalle, von deren Aehnlichkeit mit dem Kupfersalze wir gesprochen haben. Wenn sich das Oxyd mit stärkeren Basen verbindet, so nimmt es den Charakter einer Säure an und die Salze sind alsdann als vanadigsaure anzusehen.

Die Vanadsäure bildet mit den Basen in sehr verschiedenen Verhältnissen mannigfaltige Salze, welche größtentheils im Wasser leicht auflöslich sind, ausgenommen das Bleioxyd und den Baryt. Vanadsaures Kali kann nicht krystallisirt erhalten werden, vanadsaures Natron dagegen krystallisirt leicht beim Verdampfen der Lösung in prächtig orangerothen Krystallen, welche aber nicht haltbar sind, da sie an der Luft verwittern. Das vanadsaure Ammon ist das wichtigste dieser Salze, indem es, wie wir oben gesehen haben, das Mittel giebt, das Vanad aus seinen Verbindungen auszuscheiden. Auch mit Strontian, Kalk, Magnesia, mit Lithion und Baryt, ferner mit der Thonerde, Beryllerde ꝛc. bilden sich Salze von mannigfaltiger Zusammensetzung, aber so wie mit den Alkalien, Erden und den eigentlichen Metalloxyden geht die Vanadsäure auch mit anderen Säuren Verbindungen ein, in welchem Falle sie dann die Rolle einer Base übernimmt.

Verbindungen des Vanads mit dem Schwefel.

Man kennt dieser Verbindungen zwei, welche man nach Vorgang der französischen Bezeichnung Bisulfid und Trisulfid nennen könnte, denn die Formeln dafür sind TS_2 und TS_3.

Das Vanadsulfit ist ein schwarzer Körper von glänzendem äußeren Ansehen, welchen man darstellt, indem man über glühendes Vanadoxyd sehr reines und gut getrocknetes Schwefelwasserstoffgas streichen läßt, die Operation dauert ziemlich lange, denn nur nach und nach verwandelt das Oxyd sich in das schwarze Schwefelvanadium. So bereitet, ist dasselbe in Schwefel- und Salzsäure und in dem Hydrate der Alkalien völlig unlöslich. Man erhält dieses Schwefelmetall auch, wenn man ein Vanadiumsalz durch ein lösliches Sulfhydrat niederschlägt, es entsteht zuerst eine Flüssigkeit von tief purpurrother Farbe, aus welcher durch Zusatz einer Säure sich ein brauner Niederschlag abscheidet, der sich leicht auswaschen und dann in Kalilauge oder Schwefelkalium auflösen läßt. Die Lösungen des Schwefelvanads sind purpurfarben.

Das Vanadsupersulfid enthält in 100 Theilen 59 Vanad und 41 Schwefel, die Formel ist VS_3. Dasselbe entspricht der Vanadsäure. Wenn man diese Säure mit Schwefelwasserstoffsäure behandelt, so wird ein Gemenge von einem Oxyd und von Schwefel niedergeschlagen. Dies ist also nicht das Mittel der Darstellung einer chemischen Verbindung. Wenn man aber Vanadsäure durch ein alkalisches Sulfhydrat auflöst oder wenn man die Auflösung eines vanadsauren Alkali's mit einem Sulfhydrat im Ueberflusse vermischt und dann zu den entstehenden Lösungen eine Säure zusetzt, so bildet sich ein brauner Niederschlag von Supersulfid, welcher sich aussüßen und trocknen läßt, ohne eine Veränderung zu erleiden (Otto).

Das Supersulfid sieht, wenn es getrocknet ist, schwarz aus, pulverisirt wird es jedoch braun, erhitzt man es, so giebt es einen Theil seines Schwefels ab und geht auf die untere Schwefelungsstufe zurück.

Verbindungen des Vanads mit den Salzbildern.

Mit dem Chlor sind zwei Verbindungen bekannt. Das Vanadiumchlorid, VCl_2, wird dargestellt, wenn man in Salzsäure das Vanadmetall oder das Suboxyd dieses Metalles auflöst, die Auflösung ist blau und sie erfolgt allmälig unter Entwickelung von Chlor, kann aber durch Zusatz von etwas Alkohol zu rascherem Verlauf gebracht werden. Wenn man das Oxyd des Vanadiums, welches durch Calcination des Ammoniaksalzes gewonnen worden ist, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, so bildet sich gleichfalls dieses Chlorid, aber die Auflösung ist braun und erhält die blaue Farbe erst, wenn man sie durch Wärme abdampft. Im wasserfreien Zustande ist dieses Chlorid noch nicht dargestellt worden.

Vanadsuperchlorid, VCl_3, wird dargestellt, indem man Chlorgas über ein Gemenge des Vanadiumsuboxydes mit Kohle streichen läßt. Es entstehen Dämpfe, welche sich zu einer Flüssigkeit verdichten, dieselbe ist blaßgelb und stößt an der Luft gelbe Dämpfe aus, indem sich Vanadsäure bildet, die Flüssigkeit krystallisirt zu röthlich gelben Nadeln, die Auflösung in Weingeist ist roth, wird aber sehr schnell grün und darauf blau. Dieses Vanadsuperchlorid dient hauptsächlich zur Darstellung des Metalles, wie wir bereits gesehen haben. Mit Brom, Jod und Fluor finden sich gleichfalls Verbindungen vor, doch sind sie noch nicht untersucht worden.

Die sehr sanguinischen Franzosen glauben, daß das Vanadiummetall in der Industrie Anwendung finden könne. In Südfrankreich sind reiche und sehr ausgedehnte Thoneisensteinlager vorhanden, der Eisengehalt selbst ist jedoch gering, denn sie haben nur 27 Prozent Eisenoxyd und sind deshalb vernachlässigt. An dieses Erz, in welchem Deville (bekannt durch die Darstellung des Alaunerdmetalles im Großen) beträchtliche Mengen von Vanadium fand, knüpft er die Muthmaßung, daß das Vanadium in viel größerer Menge vorhanden sei, als man bisher geglaubt habe, und daß es sich nur darum handle, dasselbe mit geringeren Kosten darzustellen; das Metall giebt nämlich gleich dem Chrom eine ziemlich ausgedehnte Reihe der allerschönsten Farben mit beliebig vielen Schattirungen, welche sich vorzugsweise für die Malerei auf Porzellan und Glas sowie für die Färbung der Glasmassen verwenden läßt und es ist fraglich, ob bei näherer Bekanntschaft mit demselben und bei reichlicher und billiger Darstellung sich nicht noch andere Vortheile durch den Gebrauch desselben erringen lassen; [illegible] ist immer nicht ohne Bedeutung, einige Hauptfundorte desselben [illegible]. Durch Bouvalet ist es in größerer Menge in dem Thone

von Gentil entdeckt worden, Alexander Müller entdeckte dasselbe in den würtembergischen Bohnerzen, Deck fand dasselbe in der Eisenschlacke der Grafschaft Stafford und seine Untersuchungen sollen ergeben haben, daß die Anwesenheit dieses Metalles von dem günstigsten Einflusse auf die Dehnbarkeit des Eisens sei; dies wäre nun schon von Wichtigkeit für die Eisenhüttenkunde. In den Hüttenprodukten des Permschen Gouvernements in Rußland kommt dasselbe vor in dem kupferhaltigen Roheisen bis zu solchen Massen, daß man 2 Prozent davon zur Darstellung bringen konnte, d. h. daß aus 3 Pfund solchen Roheisens 2 Loth Vanadium dargestellt wurden, Kersten fand es in der blauen Kupferschlacke aus der Grafschaft Mansfeld in sehr bedeutenden Mengen, zu Taberg in Schweden wurde vanadhaltiges Eisenerz gefunden. Ein neues Mineral, vanadsaurer Kalk, soll von Ficinus entdeckt worden sein, der in dem Serpentin von Zöblitz (Stadt im Amte Lauterstein des Kreises Zwickau in Sachsen, von einer gewissen Berühmtheit durch die bedeutenden Serpentinsteinbrüche, aus denen das industrielle Völkchen unzählbare nützliche und unnütze Dinge schneidet und drechselt) Vanadium gefunden hat, Teschenmacher wies nach, daß auf den großen Massen gediegenen Kupfers, welche am obern See in Nordamerika in Quarzrinden eingeschlossen liegen, sich ein gelbliches, erdiges Pulver zeige, welches bei der Untersuchung sich als Vanadsäure erwies. Dieser Fundort allein würde genügen, um Tausende von Centnern desselben zu erzeugen. In der Pechblende wurde es durch Wöhler entdeckt und von Giesecke wurde gezeigt, wie bequem man dasselbe gewinnen könne, welches wir oben angedeutet haben.

Wolfram.

Ein Mineral, welches in früheren Zeiten ganz allgemein den weißen Zinngraupen beigezählt wurde, der Tungstein oder vielmehr, da das Wort schwedisch ist, „Tungsten“ oder Schwerstein, wurde in der Mitte des vorigen Jahrhunderts genauer untersucht und es wurde durch den Schweden Cronstedt erkannt, daß die Stellung dieses Minerals eine durchaus falsche sei, er gab ihm daher eine andere, wiewohl keineswegs eine richtige. Es ist wahr, der Tungstein ist kein Zinnerz, aber eben so wenig ist er ein Eisenerz, wie Cronstedt glaubte, nach welchem er aus Eisenkalk und einer unbekannten Erdart bestehen sollte. Auch das Mineral Wolfram unterlag solchen An-

ichten, der Eine hielt es für ein Zinnerz, der Andere legte ihm noch Eisen und Arsenik bei, ein Dritter zählte es zu den Eisenerzen und Cronstedt stellte dasselbe als eine Braunsteinart mit Zinn und Eisen vermischt dar. Ein österreichischer Chemiker, Raim, behauptete aus dem Wolfram ein eigenthümliches Halbmetall dargestellt zu haben, allein sowohl dieser vermeintliche Wolframregulus als die aus anderen Mineralien dargestellten Metalle waren keineswegs das, wofür sie ausgegeben wurden, und es dauerte bis zum Jahre 1781, bevor Männer wie Scheele und Bergmann dahin gelangten, festzustellen, daß der Tungstein und der Wolfram Erze eines eigenthümlichen Metalles seien, das in denselben in der Gestalt eines Oxydes (einer Säure) enthalten sei.

Das Metall kommt in verschiedenen Mineralien vor, vorzüglich aber in den beiden vorhin genannten, der Tungstein ist aus Kalkerde und Wolframsäure zusammengesetzt; Wolfram ist ein Doppelsalz, bestehend aus wolframsaurem Eisenoxydul und eben solchem Manganoxydul. Nachdem Scheele und Bergmann die gedachte Säure entdeckt hatten, gelang es den spanischen Chemikern Juan Joseph- und Fausta d'Elhujar, zweien Brüdern, welche immer mit einander arbeiteten, dieses Metall selbst darzustellen, dieselben nannten es Tungstein, die Deutschen gaben ihm den Namen desjenigen Minerals, worin es von den Spaniern gefunden worden war, Wolfram, und einige Chemiker nannten es, Scheele zu Ehren, Schelium, ein Name, der sich jedoch nicht eingebürgert hat.

Das Wolfram ist gegenwärtig das gewöhnliche Material zur Darstellung sowohl der Wolframverbindungen, als des Metalles selbst. Man findet dieses Mineral durchaus nicht selten, zum Theil auch schön krystallisirt im Urgebirge von Böhmen, Sachsen, Anhalt, man findet es am Harz, in England, Frankreich, Nordamerika, in Schweden und sogar im Uralgebirge.

Die Darstellung des Metalles aus seinen Erzen hat, je nachdem man es betrachten will, keine Schwierigkeiten und große Schwierigkeiten, keine Schwierigkeiten, weil es den Sauerstoff in starker Glühhitze abgiebt, große Schwierigkeiten, weil unsere gewöhnlichen Veranstaltungen nicht Hitze genug geben, um die vom Sauerstoff befreite Substanz in ein wirkliches metallisches Korn, in eine geschmolzene Metallbarre zu verwandeln.

Da das Wolfram ein eigentlich sehr edles Metall ist, wenigstens ein solches, das bei ungewöhnlicher Schwere die Eigenschaft hat, der Luft und dem Sauerstoff derselben selbst unter den dringendsten Umständen Widerstand zu leisten, so müßte es sich durch bloße Erhitzung von dem Sauerstoff befreien lassen; dies [illegible] keinesweges der Fall, es ist jederzeit mindestens [illegible] Zusatz dieses sehr guten Reduktions- [illegible] liche Glühhitze erforderlich, um

die Reduktion zu bewerkstelligen, im Kleinen unterliegt diese nicht den geringsten Schwierigkeiten, wenn man den uns schon vielfältig bekannt gewordenen Weg einschlägt, Wasserstoffgas über das Oxyd gehen zu lassen, man bringt dasselbe (hier Wolframsäure) in eine Porzellanröhre, läßt dieselbe in einem Ofen tüchtig glühen und leitet dann trockenes Wasserstoffgas durch dieselbe, das Gas verbindet sich mit dem Sauerstoff und entweicht mit ihm, indessen das reducirte Metall in Gestalt eines dichten, dunkelbraunen Pulvers zurückbleibt, das Metall ist aber noch strengflüssiger als das Manganmetall, es läßt sich daher nur durch die heftigsten Hitzegrade wenigstens so weit schmelzen, daß es Kügelchen bildet.

Wendet man statt der Wolframsäure ein Salz derselben, nämlich das wolframsaure Kali an, und behandelt man dieses auf die soeben beschriebene Weise, so wird das Metall gleichfalls reducirt und kann von dem neutralen Salze durch Auswaschen mit Wasser befreit werden. In diesem Falle schmilzt es etwas leichter und das Korn, welches man erhält, ist glänzender, Klapproth hat wolframsaures Ammoniak angewendet und es als ein schwarzes Pulver erhalten.

Unsere Lehrbücher sagen, das zusammengeschmolzene Metall habe die Farbe und den Glanz des Eisens, es sei so hart, daß es kaum von der Feile angegriffen werde, es sei spröde, krystallinisch im Bruch, schwerflüssiger als Mangan, nicht magnetisch, unveränderlich an der Luft und es sei nach Gold und Platina das schwerste Metall, nämlich 17,2 bis 17,6 Mal so schwer als Wasser. Diesem widerspricht eine in neuester Zeit gemachte Entdeckung, nach welcher das Wolframmetall leicht zu bearbeiten, sehr wohl dehnbar, streckbar, sehr zähe und von der Farbe und dem Glanz des Goldes ist.

Anwendung des Wolframs.

Das Wolframmetall hat eine gewisse Bedeutung gewonnen, indem man bemerkt, daß es von großem Einflusse auf die Härte des Stahls [illegible] welchen man damit zusammenschmelzen kann. Um es so nutzbar zu machen, bedarf es einer besseren Darstellungsmethode, als derjenigen, welche [illegible] soeben beschrieben haben. Man befreit das Mineral, welches man [illegible] zweckmäßigsten verwendet, wolframsaures Eisen und Manganoxydul, [illegible] dem Ganggestein, so viel als irgend möglich auch von den [illegible] Schwefel- und Arsenmetallen, theils durch Sichten auf mecha[illegible] theils durch Rösten im Ofen unter Zutritt der Luft, es [illegible] ohne Erfolg sein, wenn man das einmal geröstete

verdünnter Salzsäure auslaugt, um die schwefelsauren und arsenikſauren Salze zu entfernen, und es dann noch einmal röstet und die Prozedur des Ausziehens wiederholt. Bevor man nun zu der Reduktion schreitet, muß das geröstete Erz auf das Sorgfältigste ausgewaschen werden, um die Säure zu entfernen. Was nun an Eisen und Manganoxydul in dem Erze vorhanden ist, wurde durch das Rösten auf die Stufe des Oxyds erhoben, eine Prozedur, welche darum nöthig ist, weil meistentheils Kieselsäure und Quarz in feiner Vertheilung mit dem Wolfram gemengt ist und dieser mit dem Eisenoxydul eine Verbindung zu einem grünen Glase eingehen würde, welche störend auf die Reduktion des Metalles wirkt.

Das gereinigte Mineral wird gepulvert in Schlich verwandelt, mit etwas Kohlenpulver gemengt und dann in einen Tiegel von möglichst unschmelzbarer Masse, welcher inwendig mit Kohle gefüttert ist, eingedrückt.

Fig. 1210.



Zur Reduktion bedient man sich eines Ofens, den uns Fig. 1210 zeigt. Der innere eiförmig gewölbte Raum ist aus unschmelzbaren Ziegeln aufgebaut und es ist auch vortheilhaft, wenn man die übrige äußere Umhüllung von ähnlichem Gestein macht, weil dieses (Charmotte) die Wärme schlecht leitet, doch ist es keinesweges eine unerläßliche Bedingung. Bei F ist ein Rost, auf welchen das Brennmaterial aufgehäuft wird. Im Innern des Ofens A stehen auf einem weitläufig gemauerten Rost die Tiegel; die Oeffnung O mit einem Deckel versehen, dient Anfangs dazu, die verbrauchten Gase zu entlassen, dann, um Brennmaterial nachzuschütten und endlich, wenn der Prozeß geschlossen ist, zur Verhütung der zu raschen Abkühlung, indem man alsdann diese Oeffnung durch den Deckel verschließt. Man wendet in der Regel Coaks zur Erhitzung an, bringt dieselben auf dem Rost so weit zum Brennen, bis die eingesetzten Tiegel glühend zu werden beginnen, dann schüttet man durch die Oeffnung O Holzkohlen in den Ofen, welche zwischen die Tiegel fallen, die deshalb weitläufig gestellt sind und gestatten, daß eine ziemliche Menge Brennmaterial hineingebracht werde; sehr bald kommt dieses in Gluth und nun schüttet man wallnußgroße Stücke Coaks immer von oben her in den Ofen, so daß die Tiegel rings davon umgeben und ganz damit bedeckt sind, von da ab läßt man ein Gebläse wirken, damit die Gluth der Coaks desto heftiger angefacht werde, oder man verbindet die Oeffnung O des Ofens

durch eine eiserne Röhre mit einem sehr hohen, lebhaft ziehenden Rauchfang. Die Tiegel müssen von dem besten feuerfesten Material und von der sorgfältigsten Ausführung sein, denn die Temperatur, welche sie zu erleiden haben, ist eine gewaltig hohe und sie müssen derselben 24 Stunden lang ausgesetzt bleiben. Nach so langer Zeit findet eine Reduktion der Wolframsäure zu Oxyd und dann zu Metall statt, zugleich wird das im Erze enthaltene Eisen im höchsten Grade gekohlt, eben dasselbe gilt von dem Mangan.

Man läßt nach Ablauf der erforderlichen Glühzeit den Ofen zugedeckt erkalten, und wenn man nunmehr die Tiegel herausnimmt und umkehrt, so erhält man eine Masse von sehr hohem specifischen Gewicht und dennoch nur von zusammengesintertem Ansehen, welche aus metallischem Wolfram mit Eisen und Mangan in hochgekohltem Zustande gemengt ist.

Der Stahlfabrikant will nicht weiter gehen, er will das Wolframmetall nicht getrennt wissen von dem Eisen und dem Mangan, er verwendet das Gemenge, so wie er es erhalten hat, zur Verbesserung des Gußstahls, welchem er 0,5 Prozent bis 2,5 Prozent davon zusetzt. Der Stahl nämlich wird, wie wir bereits wissen, in kleinen Bröckeln in die Schmelztiegel gebracht, um zu einer vollkommen gleichmäßigen Masse zusammenzuschmelzen, zu diesen Stahlbröckeln setzt man nun auch das obige Gemenge, wodurch der Stahl an Dichtigkeit, Festigkeit und Härte in so hohem Grade gewinnt, daß es selbst in der Rothglühhitze noch bemerkbar bleibt.

Ueber den Werth dieses Fabrikats sind unter der Leitung von Arzberger in drei großen Maschinenfabriken von Berlin, bei Egells, Schwartzkopff und bei Freund, längere Zeit hindurch Proben gemacht worden und es hat sich durch dieselben ergeben, daß der Wolframstahl viel mehr leistet, als der beste bisher in den Handel gebrachte Gußstahl, indem mit ihm sogar gehärteter Gußstahl abgedreht und durchbohrt werden konnte, und daß er als Werkzeugstahl ganz unübertroffen dasteht. Man hat die Probe weiter fortgesetzt und gefunden, daß er auch zu Messern, zu allen möglichen Klingen so gut, wie zu kleinen Uhrbestandtheilen ganz vorzüglich ist, man hat nachträglich gefunden, daß der Stahl der Damascenerklingen Spuren von Wolfram enthält, welcher wahrscheinlich den indischen Erzen beigemischt, nicht absichtlich zu dem Stahl gebracht worden ist. Auch in Bochum in Westphalen sind in der weitberühmten Gußstahlfabrik ähnliche Versuche vorgenommen worden, sie haben gleich den im Jahre 1859 in der Gußstahlfabrik von Reichenau vorgenommenen Untersuchungen die günstigsten Resultate gehabt, indem sie sämmtlich bewiesen, daß der Zusatz von Wolfram ein höchst wichtiger sei, und da man nicht nöthig hat, das Wolframerz

von dem Eisen und Mangan zu befreien, so ist das ganze Verfahren ein leichtes und einfaches und kann auf jeder Stahlhütte ohne alle Schwierigkeiten ausgeführt werden. Es ist kaum glaublich, welche Aussichten diese Verbesserung des Stahls eröffnet, gerade jetzt, wo man beginnt, denselben in der größtmöglichsten Ausdehnung anzuwenden, ihn zu Axen der Lokomotiven, zu Kanonen, zu Ankern und Ankerketten benutzt. Die Dichtigkeit des damit legirten Stahls wird so bedeutend erhöht, daß man dieses nicht nur durch das veränderte Korn auf dem Bruch, sondern sogar an dem viel klareren und höheren Klange erkennen kann. Obschon das Wolframmetall dem härtesten Naturkörper, dem Diamant an Härte nahe kommt, indem es nicht blos Glas, sondern gehärteten Stahl schneidet, so ist doch ein Zusatz selbst von 5 Prozent, wie man ihn dem Gußstahl gegeben hat, der Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit und Zähigkeit noch keineswegs nachtheilig.

In Wien sind Versuche gemacht worden, die Festigkeit des Stahls, der mit Wolfram versetzt war, zu prüfen. Eine Stange von einem Quadratzoll Querschnitt forderte 140,000 Pfund Kraft, um zerrissen zu werden, während der sonst beste Stahl schon mit 112,000 Pfund zerrissen wurde.

Verbindungen des Wolframs mit dem Sauerstoff.

Zwei Verbindungen dieses Metalles mit dem Sauerstoff sind den Chemikern bekannt, das Wolframoxyd, WO_2, und die Wolframsäure, WO_3.

Wolframsäure enthält in 100 Theilen 79,3 Wolfram und 20,7 Sauerstoff, dieselbe wird am einfachsten aus dem wolframsauren Kalke, aus dem Mineral, welches man Tungstein nennt, gewonnen; dasselbe wird fein gepulvert und mit Salzsäure oder Salpetersäure digerirt, wodurch die Wolframsäure als ein gelbes Pulver ausgeschieden wird, indem durch die angewendete Säure — wenn es Salzsäure war, Chlorcalcium, und wenn es Salpetersäure war, salpetersaurer Kalk gebildet wird. Jedenfalls ist dieses die leichtere und einfachere Methode der Darstellung dieser Säure, da jedoch der Tungstein nicht so allgemein zu haben ist, als das Wolframmineral, so benutzt man dieses häufiger, das Mineral wird äußerst fein gepulvert, dann mit starker Salzsäure übergossen und in der Wärme digerirt, nach einiger Zeit wird die entstandene Lösung, so weit sie klar ist, entfernt und auf den Rückstand wird wieder Salzsäure gegossen. Dieses Verfahren

wiederholt man mehrere Male, um nach und nach alles Eisen und alles Mangan in Chloreisen und Chlormangan zu verwandeln. Um dessen sicher zu sein, setzt man zuletzt der Salzsäure noch etwas Salpetersäure zu, und es darf dies unbedenklich geschehen, indem die Mangansäure von den anderen Säuren beinahe gar nicht angegriffen wird.

Nachdem durch das gedachte Verfahren das braune Wolframpulver in gelbe Wolframsäure verwandelt worden ist, wäscht und süßt man diese auf das Sorgfältigste aus, hat aber immer noch keine reine Wolframsäure, sondern muß sich diese erst dadurch darzustellen suchen, daß man den gelben Rückstand mit Ammoniakflüssigkeit behandelt, diese löst die Wolframsäure vollständig auf und läßt zurück an Quarz, auch wohl noch an Eisen und Mangan, was die Salzsäure nicht aufgenommen hat.

Die Lösung enthält nunmehr wolframsaures Ammoniak, welches man dadurch krystallinisch erhält, daß man das Wasser durch Verdampfung verjagt; es bleibt zurück ein saures Salz in glänzenden Schuppen anschießend, welches sehr rein ist und an der Luft genügend erhitzt bis zur Vertreibung des Ammoniaks, die reine Wolframsäure in blaßgelben Schuppen zurückläßt.

Man sieht, daß dieser Weg der Darstellung umständlicher und schwieriger ist, man rühmt an demselben aber, daß er die Säure sehr rein gebe.

Wenn man 1 Theil gepulvertes Wolframgestein mit 2 Theilen kohlensaurem Kali oder mit eben so viel Kali unter Zusatz von 1 Theil Salpeter in einen hessischen Schmelztiegel bringt, darin in guten Fluß kommen läßt und das so entstehende Salz nach dem Erkalten mit heißem Wasser auszieht, so erhält man in der Lösung nur das wolframsaure Kali, indessen die Oxyde des Eisens und des Mangans als Bodensatz zurückbleiben. Die Lösung ist farblos und wenn dieses nicht der Fall ist, so ist sie durch ein Mangansäuresalz grün gefärbt; um dieses zu beseitigen, setzt man etwas Weingeist zu, wodurch die Mangansäure zu Oxyd reducirt wird.

Setzt man nunmehr zu der Lösung Salzsäure, so bildet sich ein weißer Niederschlag, welchen man von der Flüssigkeit trennt, mit überschüssiger Salzsäure versetzt und damit anhaltend kocht, wodurch das weiße Oxyd in gelbe Wolframsäure umgewandelt wird.

Die Wolframsäure hat eine gelbe Farbe, deren hellerer oder tieferer Ton von der Bereitungsweise abhängig ist. Erhitzt man diese Säure, so wird sie dunkler, bei sehr hoher Temperatur grünlich. Auch die Einwirkung von Licht macht sie dunkler; das specifische Gewicht der Säure wird von Einigen als 6, von Anderen als 7 betragend, angegeben. Diese wird, wie bereits bemerkt, von anderen Säuren nicht angegriffen, das Wasser hat keine Wirkung auf sie, dagegen lösen die Alkalien

Säure vollständig auf, indem sie damit lösliche Salze bilden, in geglühetem Zustande wird sie aber von den Alkalien nur schwierig und durch die Ammoniakflüssigkeit gar nicht aufgelöst. Wenn die Wolframsäure eine theilweise Reduktion erleidet, so wird sie blau, so z. B. wenn man in eine saure wolframhaltige Flüssigkeit Zink bringt, oder wenn man Wasserstoffgas über Wolframsäure leitet, nachdem dieselbe gelinde erhitzt worden, oder wenn man wolframsaures Ammoniak in eine Retorte bringt und durch Destillation zersetzt. Man erhält hierdurch ein wunderschön blaues Pulver, welches wolframsaures Wolframoxyd ist. An offener Luft stark erhitzt, verbrennt es, indem es wieder zu Wolframsäure wird.

Wolframoxyd, WO_2. Dasselbe wird durch einen Strom von Wasserstoffgas, den man über Wolframsäure bei schwacher Rothglühhitze gehen läßt, erzeugt. Es ist ein braunes Pulver, welches einen violetten Schimmer zeigt. Hat man zu dem Versuch krystallinische Wolframsäure benutzt, so ist das Oxyd gleichfalls krystallinisch und ist metallisch glänzend.

Auch auf nassem Wege kann man Wolframoxyd darstellen, indem man Wolframsäure mit verdünnter Salzsäure übergießt und in diese Flüssigkeit Zink legt, es bilden sich auf diese Weise allmälig kupferrothe, krystallinische Blättchen des Oxydes. Man schlägt aber diesen Weg nicht gern ein, weil das so bereitete Oxyd sich sogar noch unter der Flüssigkeit, aus der es entstanden ist, wieder in Wolframsäure verwandelt; auch beim Glühen an der Luft geschieht dasselbe. Das auf trockenem Wege bereitete Wolframoxyd verändert sich an der Luft nicht.

Wöhler hat eine sehr interessante Verbindung dieses Oxydes mit Natron entdeckt, welche erhalten wird, wenn man in schmelzendem wolframsauren Natron so viel Wolframsäure auflöst, als es aufzunehmen vermag, dann aber diese Masse in der Glühhitze mit Wasserstoffgas reducirt, es ist damit ein neutrales Salz verbunden, welches man nach dem Erkalten durch Wasser auszieht, dann bleibt die Verbindung des Oxydes mit Natron in Gestalt metallisch glänzender, hoch goldgelber Schuppen und regelmäßiger Würfel zurück, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit Gold haben. Diese Verbindung hat eine bemerkenswerthe Beständigkeit, sie wird von den einfachen Säuren so wenig, wie von Königswasser oder den Alkalien aufgelöst, nur Fluorwasserstoffsäure greift sie an.

Berzelius erwähnt dieser Entdeckung bereits in der Ausgabe seines Lehrbuchs vom Jahre 1826, und dennoch wird erst im Jahre 1857 in Wagner's Jahresbericht aufmerksam darauf gemacht, daß dieses wohl eine brauchbare Broncefarbe geben möchte; wie Schade, daß diese Erfindung nicht in England gemacht worden ist, oder in Frankreich, oder gar in Nordamerika, sie hätte dann schon längst die Reise um die Welt gemacht,

indessen der Fleiß des deutschen Gelehrten unbeachtet geblieben ist. Die erste Notiz steht im zweiten Bande von Poggendorff's Annalen, ist mithin sehr alt.

Dieselbe Bronce soll dargestellt werden, wenn man Zinn auf erhitztes zwiefach wolframsaures Natron wirken läßt, dies letztere muß wasserfrei sein, oder um es sich bequem zu verschaffen, wendet man 3 Theile wasserfreies, kohlensaures Natron mit 7 Theilen Wolframsäure gemengt an, schmilzt beides in einem Porzellantiegel unter möglichst gelinder Hitze, so daß sie gerade ausreicht, um die Substanzen in Fluß zu bringen, und legt dann kleine Stückchen Zinn in die Masse, an der Oberfläche desselben beginnt, sowie es schmilzt, die Krystallisation des goldgelben Salzes, welches man in schönen großen Krystallen und in prachtvoller Farbe erhält, man sieht die Krystalle wachsen und die ganze Masse in solche übergehen.

Nachdem alles erkaltet ist, wäscht man die Salzmasse abwechselnd mit Kalilauge und mit Salzsäure, bis das Lösliche entfernt ist. Diese Bronce, fein verrieben, hat einen Glanz, welcher sie geeignet macht, nicht allein die unächte Messingbronce, sondern die ächte, aus zerriebenem Golde gemachte zu vertreten.

Bei der Darstellung der beiden Oxydationsstufen schlägt Berzelius den entgegengesetzten Weg ein, er fängt nicht mit der Wolframsäure, sondern mit der Darstellung des Oxydes an. Man mischt das Mineral Wolfram, fein gerieben, mit zweimal so viel kohlensaurem Kali, bringt die Mischung in einen Platintiegel und schmilzt dieselbe, die erkaltete Masse wird in Wasser aufgelöst und von dem ungelöst bleibenden Metalloxyde durch das Filtrum getrennt. Der Lösung setzt man nunmehr 1½ Theile Salmiaklösung zu, raucht die Mischung zur Trockenheit ab und bringt die Salzmasse in einem hessischen Tiegel zum Glühen.

Es wird bei dieser Operation Chlorcalcium und wolframsaures Ammoniak gebildet, das letztere zersetzt sich in der Hitze, indem Wasser und Stickstoffgas verjagt und Wolframoxyd zurückgelassen wird. Das Chlorkalcium, welches das Oxyd umgiebt, verhindert eine höhere Oxydation desselben. Die Salzmasse wird in Wasser aufgelöst, das ungelöste mit einer schwachen Lauge von kaustischem Kali digerirt, gewaschen und getrocknet. Es ist ein fast kohlschwarzes Pulver.

Die Wolframsäure wird dadurch erzeugt, daß man das, wie hier beschrieben, dargestellte Oxyd in einem offenen Gefäße verbrennt.

Die Wolframsäure bildet mit Alkalien in Wasser auflösliche Salze, die Salze aber, welche die Wolframsäure mit alkalischen Erden und den Oxyden der Erzmetalle giebt, sind mit wenigen Ausnahmen unlöslich, sowohl im Wasser als im angesäuerten Wasser, die Lösung der Alkalisalze

ed durch salpetersaures Quecksilberoxydul mit weißer Farbe nieder-
schlagen, der Aufguß von Galläpfeln verändert solche Lösung nicht, wenn
man eine geringe Menge Säure zu der Lösung gethan wird, so entsteht ein
ein Niederschlag von chokoladenbrauner Farbe.

Die Wolframsäure bildet Salze von ganz auffallenden Verhältnissen,
die dem Chemiker Laurent Gelegenheit zu genaueren Untersuchungen
gegeben haben. Derselbe behauptet, in den so eigenthümlich zusammen-
gesetzten Salzen fünf verschiedene Arten von Wolframsäure entdeckt zu haben,
die gewöhnliche Wolframsäure, WO_3, die Parawolframsäure, W_4O_{12},
die Metawolframsäure, W_3O_9, die Isowolframsäure, W_2O_6 und die
...wolframsäure, W_6O_{18}.

Ob die Chemie durch solche Spitzfindigkeiten etwas gewinnt (die sämmt-
lichen Zahlenverhältnisse lassen sich nämlich alle auf WO_3 zurückführen,
z. B. W_3O_9 durch 3 dividirt ist WO_3 rc.), ob es nicht besser wäre,
...enschaften der verschiedenen Säuren, als blos solche Zahlenverhältnisse
...ühren, wollen wir dahin gestellt sein lassen.

Verbindungen des Wolframs mit dem Schwefel.

Bis jetzt sind deren zwei bekannt, ein Sulfuret und ein Sulfit.

Wolframsulfuret, WS_2. Es wird am besten dargestellt, wenn
...Wolframsäure mit 6 Theilen Zinnober vermischt in einen Tiegel ein-
...t, mit Kohlenpulver bedeckt, einen anderen Tiegel als Deckel umge-
...darauf stülpt und nun das Ganze eine halbe Stunde lang bis zur
...Weißglühhitze erhitzt. Es wird auch dargestellt, wenn man Wolfram-
... in einer Porzellanröhre zum Weißglühen erhitzt und Schwefel in
...stalt oder statt dessen Schwefelwasserstoffgas darüber leitet.

Die Verbindung ist ein schwarzes oder schwarzblaues lockeres Pulver,
...s sich unter dem Hammer vereinigen, zu einer stahlgrauen, metallisch
...den Masse zusammenschlagen läßt. Die neuere Chemie geht etwas
... zu Wege; man nimmt die nächst höhere Schwefelungsstufe des
...s, das Wolframsulfid, und glüht dasselbe unter Ausschluß der
... Schwefelgehalt dieser Verbindung beträgt etwas mehr als

... WS_3. Um dieses Präparat zu erhalten, löst man
...d geschwefelten Schwefelkalium auf und fällt

es dann durch eine Säure oder man löst wolframsaures Ammon auf u leitet Schwefelwasserstoff hindurch bis zur Sättigung der Lösung, da fügt man Salzsäure bis zum Ueberschuß hinzu. Es entsteht ein Nied schlag von brauner Farbe, der getrocknet schwarz wird, beim Zerreil aber wieder ein braunes Pulver giebt. Beim Glühen in verschlosse Gefäßen entweicht zuerst etwas Wasser, darauf der Ueberfluß von Schwe und es bleibt die niedere Schwefelungsstufe zurück. Das Sulfid ist etw auflöslich in kaltem Wasser, reichlicher in kochendem. Die Lösung ist g oder bräunlich. Salze scheiden das Sulfid beinahe vollständig aus sei Lösung.

Das Wolframsulfid ist eine starke Säure des Schwefels, welche auflöslichen Schwefelwasserstoffgebilde und die kohlensauren Alkalien zerl Aetzende und kohlensaure Alkalien lösen das Wolframsulfid auf.

Phosphor geht mit dem Wolfram gleichfalls eine Verbindung e sie entsteht, wenn man metallisches Wolfram pulverisirt, in einer Gl röhre zum Glühen bringt und dann Phosphordampf darüber leitet. O Feuererscheinung entsteht die neue Verbindung, Phosphorwolfram von u ansehnlich dunkelgrauer Farbe, die Formel desselben ist W_3P_2, die V bindung enthält mehr als 18 Prozent Phosphor.

Man kann diese Verbindung noch in einer andern Weise darstell und sie dann sehr schön krystallisirt erhalten. Zu diesem Behufe nim man 9 Theile kalkhaltige Phosphorsäure und 7 Theile Wolframsä macht beide zu gröblichem Pulver, mengt sie mit einander und setzt sie einem Kohlentiegel eine Stunde lang der Schmelzhitze des Nickelmetal aus. Nach dem Erkalten aus dem Tiegel genommen, hat man eine äußerl zusammengesinterte Masse, welche aber hohl ist und in der Höhlung schönsten Krystalle birgt. Es sind sechsseitige Prismen, oft Zoll lang, haben eine dunkle Stahlfarbe, sehr starken Metallglanz und leiten Elektricität vollkommen. An der Luft verändern sie sich nicht, selbst der Glühhitze, aber im Sauerstoffgas verbrennen sie mit großem Glan Die Säuren greifen dieses Phosphorwolframpräparat nicht an, selbst ni das Königswasser. Wenn man sie mit einem Gemenge von kohlensaur und salpetersaurem Natron schmilzt, so werden sie oxydirt. Es schei als sei dieses eine andere Phosphorstufe, wenigstens behauptete der Engländ Wright, daß die Verbindung nur halb so viel Phosphor enthalte als vorige.

Verbindungen des Wolframs mit den Salzbildern.

Es ist gelungen, Wolfram mit dem Chlor in den drei Stufen zu verbinden, welche den Oxydationsstufen entsprechen, vorausgesetzt, daß man das blau werdende Oxyde des Wolframs, von denen oben gesprochen worden ist, als besondere Oxydationsstufe ansieht.

Wolframchlorid, WCl_2, wird erhalten, wenn man metallisches Wolfram in einem Strom von Chlorgas erhitzt; das Metall verbrennt dabei und es entsteht dabei eine dunkelrothe Verbindung, welche in feinen, zusammengehäuften Nadeln sublimirbar ist; die Verbindung ist leicht schmelzbar und kommt leicht in's Kochen, wobei sie sich in ein rothes Gas verwandelt, welches eine viel kräftigere Farbe hat, als die des salpetrigsauren Gases. Dieses Chlorid wird vom Wasser zersetzt, indem sich Wolframoxyd von schön violettbrauner Farbe und Chlorwasserstoffsäure von einander sondern.

Wenn man dieses Chlorid aus Wolframmetall bereitet, wie hier angegeben worden, so bildet sich zugleich eine braunrothe, weniger flüchtige Verbindung, welche das Chlorid verunreinigen und von demselben dadurch getrennt werden muß, daß man das dargestellte Präparat wiederholt in der Atmosphäre von Chlorgas sublimirt. Nach der Sublimation erscheint diese braunrothe Verbindung dunkler von Farbe als vorher, ist [illegible], hat krystallinischen Druck, schmilzt bei Erhitzung, kocht später und stößt einen gelbrothen Dampf aus. Läßt man es langsam erkalten, so bilden sich große, schöne, durchscheinende und glänzende Krystalle von prismatischer Form.

Bromwolfram wird auf ganz ähnliche Weise erzeugt, indem man Bromdämpfe über erwärmtes Wolframmetall strömen läßt. Es entzündet sich dabei das Metall und bildet ein sehr dunkel gelbrothes Gas, welches außerordentlich schwer ist, so daß es den Boden des Operationsgefäßes nicht verläßt, es verdichtet sich darin zu einem schwarzen, undurchsichtigen Beschlage, welcher eben das Bromid ist, WBr_2; die Feuchtigkeit der Luft und hinzugethanes Wasser zersetzen dieses Salz sehr schnell. Wenn man Kohlensäure durch das Rohr strömen läßt, worin es erzeugt worden, so läßt sich das Bromid sublimiren und bildet dann feine, schwarze Nadeln, welche sich locker zusammenhäufen, so daß sie aussehen, wie ein Klümpchen geschnittener schwarzer Wolle. Die Nadeln schmelzen sehr leicht, gehen in Dampf über und verflüchtigen sich dann wieder zu dunkel gelbrothen Dämpfen.

Salze der Wolframsäure

werden gebildet mit Kali, mit Natron, mit Ammoniak, mit den alkalische Erden, aber auch mit den Oxyden der eigentlichen Metalle, wie mit Ble Zinn, Eisen, Nickel &c. Die Salze aber sind noch keineswegs genau genu untersucht, um hier Platz zu finden.

Cer. Lanthan. Didym.

Drei berühmte Chemiker, Klapproth, Berzelius und Hisinger, ent deckten am Anfange dieses Jahrhunderts gleichzeitig ein eigenthümliche Metalloxyd. Dasselbe befand sich in einem Mineral aus der Eisengrub von Bastnas in Schweden, war eine Gangart, zeichnete sich aber durc eine besondere Schwere aus und erregte deshalb die Aufmerksamkeit be gedachten Chemiker. Klapproth gesellte das von ihm entdeckte Oxyd de sogenannten Erden zu, welche man damals noch nicht als Metalloxyde kannte Von der braunen Ocherfarbe nannte er sein Präparat Ocheriterde. Berzeliu gelang es, das Metall abzuscheiden, und er fand, daß dasselbe zwe Oxydationsstufen habe. Das braune Oxyd nannte er nach dem damal neu aufgefundenen Planeten Ceres, Ceroxyd. Das Metall wurde Cerium genannt, das Mineral aber, worin es enthalten war, erhielt den Namen Cerit.

Auf dieser Stufe blieb die Kenntniß von dem neuen Metall, bis im Jahre 1839 der Chemiker Mosander fand, daß in den Ceroxyden noch ein anderes Metalloxyd enthalten sei. Die Entdeckung wurde bewahrheitet und weil das Metall so lange der Aufmerksamkeit der Chemiker entzogen war, nannte Mosander dasselbe nach dem griechischen Worte „lanthanein" (verborgen sein), Lanthan. Zu Anfang des Jahres 1843 fand derselbe Chemiker in eben diesem Mineral noch ein drittes Oxyd. Weil diese beiden Metalle nun die steten Begleiter des Cermetalles sind, so nannte er das letztgefundene Zwillingsmetall nach dem griechischen Namen „Didymoi" (Zwillinge), Didym. Alle drei wurden Ceritmetalle getauft. Es ist übrigens wohl möglich, daß noch mehr Metalle in diesem Erze entdeckt werden, denn man ist über die Menge derselben noch keineswegs einig.

Alle drei Metalle haben in ihrem chemischen Verhalten große Aehnlichkeit und dies ist der Grund, warum man so lange sie mit einander verwechselt, sie nicht von einander unterschieden hat.

Der Cerit, das Mineral, aus welchem diese Metalle dargestellt werden, enthält Ceroxydul, Lanthanoxyd und Didymoxyd. Die Metalle sind sehr schwer darzustellen. Vauquelin reducirte weinsaures Ceroxydul, welches er mit Kiehnruß und Oel mengte in einer Retorte von Porzellan. Das Metall erschien in der Gestalt kleiner Kügelchen von grauer Farbe, großer Sprödigkeit und von größerer Härte als das Gußeisen. Es war in Königswasser unauflöslich.

Wie es scheint, läßt sich das Metall bei einer sehr hohen Temperatur verflüchtigen, wiewohl nicht eben durch eine solche, die man durch Coaks oder durch Wasserstoffgas erzielen kann, sondern durch das elektrische Feuer, die berühmte Batterie von Childern von kolossaler Dimension, von 22 Plattenpaaren, deren jedes 2 Ellen lang und 2 Ellen breit war, reducirte es aus seinen Oxyden und verbrannte das wirkliche Metall wieder mit lebhaftestem Glanze zu einem Oxyde.

Mosander versuchte wasserfreies Chlorcerium mittelst des Kaliummetalles zu reduciren, er fand dabei, daß das Cermetall eine so plötzliche Wärme entwickele, daß sie fast einer Explosion glich, und das Metall wurde nicht reducirt, sondern es entstand eine graue Masse, welche eine Legirung von Cer und Kalium war. Aus dieser Legirung läßt sich allerdings das Cer darstellen, denn in Wasser geworfen, zersetzt die Verbindung dieses, das Kalium verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Kaliumoxyd, d. h. zu Kali, der Wasserstoff entweicht als Gas und das Cer bleibt als ein graues Metallpulver zurück. Getrocknet und dann in Wasser gebracht, wird es nur schwer oxydirt, dagegen von den mehrsten Säuren, selbst von Essigsäure aufgelöst. Wird es getrocknet und dann erhitzt, so verbrennt es mit großer Lebhaftigkeit zu Ceroxyd.

Mosander hat sich bemüht, die drei Gemengtheile des Ceritoxydes von einander zu scheiden. Es geschieht auf folgende Weise: Wenn man das Hydrat des Ceritoxydes in Wasser auflöst, durch Kali fällt und Chlorgas durch die Flüssigkeit leitet, so lösen sich die Oxyde des Lanthans und des Didyms zu Chlorsalzen, während das Ceroxydul theilweise in Cerit oder in ein sowohl Chlor als Oxydul enthaltendes Oxyd übergeht, welches sich ausscheidet, während die vorhin genannten Chlormetalle in der Lösung bleiben.

Will man nun aus der Flüssigkeit das Didymoxyd von dem Lanthanoxyd scheiden, so schlägt man zuerst mittelst Kali diese beiden Oxyde als Hydrate nieder, wäscht sie sehr sorgfältig mit Wasser, löst dieselben dann

in Schwefelsäure, erhitzt den Rückstand bis zur Trockenheit und erhält dadurch ein neutrales, wasserfreies Schwefelsäuresalz. Man zerreibt dieses sehr fein und trägt dasselbe in sehr kleinen Portionen in Wasser ein, damit es sich jedoch ohne Erhitzung auflöse, stellt man das Wasser in eine Kältemischung, wobei indessen darauf zu sehen ist, daß sie nicht so stark sei, um das Wasser zum Gefrieren zu bringen.

Ist nun die Lösung vollständig geworden, so erwärmt man dieselbe langsam bis auf 40 Grad, wo sich dann eine Menge hell violettfarbener Krystalle des Lanthansalzes absetzen und die Farbe zeigt an, daß sie nicht rein sind; dieselben zu reinigen, ist eine sehr mühsame Arbeit, man muß sie immer von Neuem in der Kälte auflösen und durch langsame Erwärmung auskrystallisiren, erst wenn dies 12 bis 15 Mal geschehen ist, werden sie farblos und hiermit wird das Lanthansalz auch beinahe vollkommen rein.

Die Mutterlauge des Lanthansalzes enthält das Didym, sie ist roth von Farbe, wird mit Wasser verdünnt bis zur Verdoppelung ihres Gewichts, wird dann mit etwas Schwefelsäure versetzt und an einem warmen Orte langsam abgedampft, wobei sich allmälig mehrere Krystalle bilden, welche zum Theil einen ziemlich bedeutenden Umfang einnehmen und zu Boden sinken.

Die Flüssigkeit wird dabei gewöhnlich gelb. Wenn sie ungefähr bis auf ein Sechstel ihres ursprünglichen Umfangs eingedampft ist, so wird sie abgegossen und die Salzkruste wird mit siedendem Wasser überschüttet und geschüttelt, darauf wird das Wasser abgegossen und die zurückbleibenden rosenrothen Krystalle werden nunmehr wieder in Wasser aufgelöst, nochmals mit Schwefelsäure versetzt, abgedampft, gewaschen und getrocknet.

Man bemerkt bei näherer Untersuchung, daß man zwei ganz verschiedene Krystallformen hat, lange, schmale, verschobene, vierseitige Prismen und vielflächige, große rothe Krystalle. Diese hält man für das schwefelsaure Didymoxyd.

Die drei Oxyde unterscheiden sich in folgender Art:

Das Ceroxyd ist gelb, wird aber, nachdem es längere Zeit [illegible] Weißglühhitze ausgesetzt gewesen ist, röthlich. In diesem Zustande [illegible] es von den Säuren fast gar nicht angegriffen, selbst concentrirte [illegible]säure löst es nicht auf, concentrirte Schwefelsäure von Wärme [illegible] allerdings.

Das Ceroxydhydrat ist in feuchtem Zustande hell[illegible] Zustande dunkelgelb, es bildet Klumpen mit glasigem [illegible]

Das Ceroxydul soll erhalten werden, wen[illegible]

Ceroxydul in einem Strome von Wasserstoffgas der Weißglühhitze aussetzt. Es ist farblos, oxydirt sich aber rasch an der Luft.

Das Lanthanoxyd ist beinahe weiß und verändert sich nicht beim Glühen; in Wasser wird es undurchsichtig, schneeweiß und verändert sich nach und nach in ein Hydrat. Die Salze dieses Oxydes sind farblos, schmecken süß und etwas zusammenziehend.

Das Didymoxyd bildet kleine Klumpen, äußerlich dunkelbraun, im Bruche aber hellbraun, ebenso sieht das Pulver aus. Die Weißglühhitze verwandelt die Farbe in ein schmutziges Weiß. Es löst sich, selbst in sehr verdünnter Säure, ziemlich leicht.

Von allen diesen verschiedenen Oxyden giebt es sowohl Schwefelverbindungen, als Chlorverbindungen.

Yttrium. Terbium. Erbium.

Johann Gadolin, Professor der Chemie zu Abo in Finnland, entdeckte im Jahre 1794 in dem Mineral, welches Ytterbit hieß, jetzt aber nach ihm Gadolinit genannt wird, eine neue Erde, der er den Namen Yttererde gab. Das Mineral bestand nach seinen und seiner Nachfolger Untersuchungen beinahe zur Hälfte (48 Prozent) aus dieser neuen Erde, überdies enthielt es 25 Kieselerde, 18 Eisenoxyd und 4 Thonerde. Nachdem eine große Menge bedeutender Männer sich mit der Untersuchung des Minerals abgegeben, erkannte man nach und nach immer unzweifelhafter, daß hier nicht ein neues Metalloxyd, sondern daß deren mehrere und wie sich ziemlich deutlich erwies, drei vorhanden seien, das, was man bis dahin Yttererde genannt hatte, wurde jetzt Gadoliniterde genannt, um derselben nicht den Namen des einen Metalles zu geben, da sie doch drei umfaßte, und es kam nun darauf an, sowohl die Erde möglichst rein, als aus dieser wiederum die einzelnen Oxyde darzustellen.

Um die Erde selbst für sich zu erhalten, verfährt man nach Berzelius' Angabe am besten folgendermaßen:

[illegible] neral wird sehr fein gepulvert (der Gadolinit) und mit Königs-
[illegible] is das, was nicht gelöst, ganz farblos ist.
[illegible] Wasserbade bis zur Trockenheit und
[illegible], in die erhaltene Lösung tröpfelt

man oxalsaures Ammoniak, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag ist oxalsaure Gadoliniterde, oxalsaures Ceroxydul und Lanthanoxyd, verunreinigt mit oxalsaurem Manganoxydul und Kalkerde. In der Flüssigkeit bleiben Beryllerde und Eisenoxyd als oxalsaure Salze zurück. Man trennt den Niederschlag von der Flüssigkeit und glüht den ersteren, wodurch die Oxalsäure zerstört wird. Was nun übrig ist, löst man in möglichst wenig Salzsäure auf. Die Lösung wird verdünnt und mit schwefelsaurem Kali versetzt, wodurch sich ein weißer Niederschlag bildet. Nachdem dieses geschehen, legt man noch ein Stück des schwefelsauren Kali's in die Flüssigkeit, welches so groß sein muß, daß es zum Theil aus derselben heraussteht. Es werden hierdurch Doppelsalze von Kali, Ceroxydul und Lanthanoxyd im schwefelsauren Zustand ausgeschieden, indem dieselben in einer so gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali, wie dieselbe hier gebildet worden, ganz unauflöslich sind (in Wasser sind sie es nicht).

Man trennt die Doppelsalze durch das Filtrum von der Lösung und wäscht sie mit einer Lösung von schwefelsaurem Kali ab.

Die abgegossene Flüssigkeit schlägt man durch oxalsaures Kali nieder, wodurch man ein Doppelsalz von Kali und Gadoliniterde in oxalsaurem Zustande erhält, dasselbe wird getrocknet, dann geglüht und nun ausgewaschen, worauf eine Erde zurückbleibt, welche nur noch Manganoxyd und Kalkerde enthält.

Die Gadoliniterde ist voluminös, durchscheinend, schwierig auszuwaschen, sie befindet sich hier im Zustande des Hydrats, zieht beim Waschen und Trocknen begierig Kohlensäure aus der Luft an und ist in kohlensauren Alkalien sehr leicht löslich. Glüht man dieses Hydrat, so verjagt man die Feuchtigkeit und erhält eine blaßgelbe Erde, welche aber auch leicht Kohlensäure an sich zieht.

Diese Erde ist dreifach zusammengesetzt und es ist äußerst schwierig, die drei verschiedenen Erden von einander zu trennen. Die Yttererde ist farblos, nach dem Glühen milchweiß, löst sich in Säuren leicht auf unter starker Erhitzung und giebt mit Schwefelsäure ein farbloses Salz von süßem, etwas zusammenziehendem Geschmack.

Die Erbiumerde oder Erbinerde ist dunkel orangegelb, verliert beim Glühen in Wasserstoff die gelbe Farbe, welche aber bei nachherigem Erhitzen an freier Luft wiederkehrt. Es scheint, daß von diesem Oxyde die gelbe Farbe der Gadoliniterde herrühre.

Die Terbium- oder Terbinerde ist noch beinahe gar nicht frei und rein dargestellt worden. Das Metall derselben darzustellen, die Oxyde zu reduciren, ist bis jetzt noch nicht gelungen.

Thorium.

Das Metall hat seinen Namen aus der nordischen Mythologie entlehnt, weil es aus einem Mineral von der norwegischen Insel Lövön gewonnen wird. Dasselbe wird Thorit genannt. Das Oxyd führt den Namen Thorerde und das Metall den Namen Thorium, dieses letztere gewinnt man aus einem Chlorsalze desselben, gerade wie man das Aluminium aus seinem Chlorid abscheidet. Dasselbe ist dunkel bleigrau, erscheint als ein Pulver, das gerieben mit dem Polirstahl Metallglanz annimmt und dem Aluminium in manchen Eigenschaften ähnlich ist, so z. B. darin, daß es sich weder in warmem, noch in kaltem Wasser, noch an der Luft oxydirt, dagegen unterscheidet es sich davon wieder sehr auffallend dadurch, daß die Lösungen der ätzenden Alkalien keine Wirkung darauf haben, während sie das Aluminium nicht blos angreifen, sondern vollständig auflösen. Die Thorerde ist noch in anderen Mineralien, so im Pyrochlor und im Monacit, gefunden worden. Aus dem Thorit erhält man dasselbe durch Digeriren des gepulverten Minerals mit Salzsäure, wodurch sich eine gallertartige Masse bildet, welche im Wasserbade eingedampft wird, den Rückstand behandelt man mit angesäuertem Wasser, trennt die Kieselsäure durch das Filtrum und scheidet Blei und Zinn ab, indem man Schwefelwasserstoffgas in die Flüssigkeit leitet.

Nach der Reinigung bis auf dieses Stadium schlägt man die Thorerde durch Ammoniak nieder, aber sie enthält noch immer Eisen, Mangan und Uran, deshalb wird der feuchte Niederschlag in verdünnter Schwefelsäure gelöst und die Auflösung in der Wärme eingedampft, bis sie möglichst concentrirt ist, hierbei scheidet sich eine lockere weiße Masse aus, welche neutrale schwefelsaure Thorerde mit einem bestimmten Wassergehalt ist, denn sie ist in heißem Wasser sehr wenig löslich. Die saure Flüssigkeit wird von dem Salze abgegossen, dasselbe wird auf einem Filtrum abgewaschen, getrocknet, geglüht und man hat nunmehr reine Thorerde vor sich.

Dieses Oxyd ist weiß, ist unlöslich in Salzsäure und wird nur dann in eine lösliche Salzmasse verwandelt, wenn man verdünnte Schwefelsäure darauf gießt und unter fortwährendem Umrühren abdampft, die Erde wird nicht durch Alkalien gelöst und ist auch nicht löslich in Säuren, wenn man sie mit Alkalien zusammenschmilzt. Die Thorerde hat das größte specifische Gewicht unter allen Oxyden, sie wiegt 9,4. Mit Schwefelsäure und Salpetersäure, sowie mit Kohlen- und Phosphorsäure bilden sich Salze.

Mit dem Schwefel verbrennend, bildet Thorium ein Sulfuret, welches von Säuren wenig angegriffen, von Königswasser aber in schwefelsaure Thorerde verwandelt wird, mit dem Chlor bildet das Thorium ein Chlorid, welches man erhält, indem man die Thorerde in Salzsäure auflöst, es bildet sich dadurch eine Salzmasse, die getrocknet und dann erhitzt ein krystallinisches Sublimat erzeugt, welches beim zweiten Sublimiren in glänzenden Krystallen anschießt, es löst sich in Wasser unter starker Erhitzung. Auch mit Brom und Fluor entstehen ähnliche Verbindungen.

Beryllium

heißt auch Glycium, daher ist das Zeichen für dieses Metall zweifelhaft, die Einen schreiben dasselbe Be, die Andern schreiben G.

Das Oxyd dieses Metalles, die Beryllerde, findet sich vorzugsweise in dem Mineral, welches den Namen Beryll führt, welches eine Verbindung von kieselsaurer Beryllerde mit kieselsaurer Thonerde ist. Schön krystallisirt und von einer reinen, grasgrünen Farbe, führt dieses Mineral den Namen Smaragd und es ist ein theurer und deshalb sehr geschätzter Edelstein. Die schöne Farbe rührt von Chromoxyd her (neuere Untersuchungen haben übrigens gelehrt, daß wahrscheinlich organische Substanzen die Färbung verursachen, indem vor allen Dingen die Farbe zerstört wird durch Glühen, was mit den Chromfarben durchaus nicht der Fall, da sie im Gegentheil die feuerbeständigsten sind, man übrigens zwar Chrom in den Edelsteinen gefunden hat, doch in so äußerst geringer Menge, daß man glaubt, behaupten zu können, es sei keinesweges die Ursache der höchst energischen Färbung dieses Edelsteins). Eine zweite Varietät von sehr viel blasserer Farbe führt den Namen Aquamarin und er ist bei Weitem weniger geschätzt, als der andere. Der Smaragd kommt vorzugsweise in Aegypten und in Peru vor, der Beryll ist in Sibirien, in Nord[illegible] in Brasilien in mächtigen Krystallen vorkommend, kann aber [illegible] Edelstein verwendet werden. In Europa ist er verschi[illegible] worden, so in Böhmen, Baiern, Frankreich und Englan

Wenn man die Beryllerde darstellen will, [illegible]
sehr fein und schlemmt es mit Wasser ab, [illegible]

fühlbares Pulver hat, man setzt zu demselben sein dreifaches Gewicht an kohlensaurem Kali und glüht das Gemenge in sehr heftigem Feuer, wobei man sich eines Gebläseofens bedienen muß, das Gemenge wird in einen Platintiegel und dieser wird in einen hessischen Schmelztiegel gebracht, zwischen beide füllt man Magnesia, so daß keine Berührung zwischen den beiden Tiegeln stattfindet, weil sonst der Platintiegel angegriffen werden würde. Auch in freiem Feuer darf der Platintiegel nicht stehen, weil die Weißglühhitze, welche nöthig ist, unter einer so starken Mitwirkung von Sauerstoff, wie sie hier verlangt wird, jedenfalls zur Oxydation, also zur Zerstörung des Tiegels führen würde.

Die Masse, welche aus dem Tiegel kommt, wird mit Wasser angefeuchtet und dann wird Salzsäure zugesetzt, wodurch die Beryllerde, die Thonerde und das Kali in Metallchloride verwandelt werden. Die Lösung dieser Salze wird zur Trockenheit eingedampft, wodurch die vorhandene Kieselsäure unlöslich wird. Man feuchtet nun den trockenen Rückstand wieder mit Wasser und Salzsäure an, erwärmt alles, es entsteht eine höchst concentrirte Lösung der Chloride von Beryllium, Aluminium und Eisen, indessen die Kieselsäure ungelöst bleibt und durch das Filtrum von der Flüssigkeit getrennt wird.

Man muß nunmehr die Haloidsalze sondern, das geschieht, indem man Ammoniakflüssigkeit hinzusetzt, wodurch die Beryllerde gelöst, die Thonerde und das Eisenoxyd nicht gelöst wird. Man filtrirt dann die Lösung und kocht sie, wodurch das Ammoniak entweicht, die kohlensaure Beryllerde sich niederschlägt. Durch Glühen verjagt man auch die Kohlensäure und hat nunmehr die Beryllerde in reinem Zustande.

Das aus den Lösungen der Beryllsalze gefällte Hydrat hat große Aehnlichkeit mit dem Thonerdehydrat, wird aber beim Trocknen keineswegs zu einer gummiartigen, wässerigen Masse, sondern zerfällt zu einem weißen Pulver. Durch Glühen des Hydrats sowohl, als des kohlensauren Salzes, erhält man wasserfreie Beryllerde, welche ein weißes, lockeres Pulver ist von 3,0 specifischem Gewicht. In der Hitze des Porzellanofens sintert dieses Pulver zusammen und wenn man dasselbe nunmehr mit einem guten Mikroskop betrachtet, so erscheint es aus lauter sechsseitigen regelmäßigen und sehr schön ausgebildeten Prismen bestehend.

In Wasser ist die Beryllerde ganz unlöslich, daher sie auch keinen Geschmack hat und auch nicht alkalinisch reagirt, sie wird aber von Säuren gelöst, sogar nachdem sie geglüht ist. Schmilzt man aber die geglühete Erde mit zwiefach schwefelsaurem Kali zusammen, so entsteht eine Masse, welche sich in Wasser vollkommen auflöst, dieses macht sie der Thonerde in gewisser Beziehung ähnlich, allein es sind noch genug Verschiedenheiten

vorhanden, um die beiden Substanzen sehr bestimmt von einander zu trennen. Die Beryllerde bildet mit der Kohlensäure ein Salz, was die Thonerde nicht thut, die Thonerde giebt mit schwefelsaurem Kali den Alaun, was wieder die Beryllerde nicht thut, das frischgefällte Hydrat dieser Erde löst sich in kohlensaurem Ammoniak, das Thonerdehydrat nicht, genau so verhalten sich beide beim Kochen in einer Salmiaklösung, endlich vor dem Löthrohre mit Kobaltsolution geschmolzen, bildet die Thonerde einen blauen Körper, während die Beryllerde weiß bleibt.

Mit den mehrsten Säuren geht die Beryllerde Verbindungen zu Salzen ein, einige derselben kommen in der Natur vor, der Phenakit, ein sehr seltenes Mineral, besteht aus einem Drittel kieselsaurer Beryllerde. Der Beryll, der Smaragd und der Euklas sind Verbindungen von kieselsaurer Beryllerde und kieselsaurer Thonerde, das Chrysoberyll ist Thonerde und Beryllerde.

Beryllium verbindet sich mit Schwefel bei seiner Erhitzung in Schwefeldampf unter lebhafter Feuererscheinung, es bildet sich eine graue, geschmolzene Masse, welche sich in Wasser nur schwierig löst. In derselben Weise verbindet sich Beryllium mit dem Phosphor.

Mit den Halogenen finden verschiedene Verbindungen statt, das Chlorid wird gewonnen, wenn man ein Gemenge von Beryllerde und Kohle in einem Strom von trockenem Chlorgase erhitzt, es sublimiren weiße, glänzende Nadeln, welche da, wo die Temperatur hoch genug ist, zu einer dichten, krystallinischen Masse zusammenschmelzen.

Dieses Chlorid ist das Material, aus welchem man das Berylliummetall darstellt, indem man Kalium mit Berylliumchlorid zusammenschmilzt, oder indem man das Chlorid für sich erhitzt und das Kalium im Dampfe des Chlorids schmilzt, was in einer 18 Zoll langen und ½ Zoll weiten Platinaröhre geschieht, in welcher die beiden Substanzen, das Chlorid und das Kalium, gesondert liegen, dann erhitzt werden und zwar so, daß die Dämpfe des Chlorids keinen anderen Weg haben, als den über das Kalium.

Es zeigt sich nunmehr ein dunkelgraues Pulver, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt, äußerst strengflüssig ist und sich bei ge[illegible] wöhnlicher Temperatur an der Luft nicht verändert, wiewohl es verb[illegible] wenn es bis zum Rothglühen erhitzt wird. In Sauerstoff geschieht [illegible] unter glänzender Lichtentwickelung.

Auch mit den anderen Salzbildern werden Haloidsalze er[illegible]

Zirconium. Zr.

Unter den Edelsteinen ist einer besonders auf Ceylon vorkommend von so schöner Strahlenbrechung, von so reinem Wasser und von so großer Härte, daß er nicht selten als Diamant verkauft und eigentlich nur durch den Chemiker von demselben unterschieden werden kann, denn die Feile greift ihn so wenig an, wie diesen, aber concentrirte Schwefelsäure und concentrirte Salzsäure rauben dem geschliffenen Stein seinen Glanz, und wenn er fein gepulvert wird, so löst Schwefelsäure ihn auf, was mit dem Diamant nicht geschieht. Dieser Edelstein heißt Zircon, ein anderer, ihm bis auf die Farbe ganz gleich, heißt Hyacinth, er unterscheidet sich nur durch sein schönes gelbes oder rosenfarbenes Ansehen, was von einer geringen Beimengung von Eisen herrührt.

In diesen beiden Steinen findet sich die Erde, welche man Zirconerde nennt, und das Metall Zirconium, dessen Oxyd jene Erde ist.

Um die Zirconerde zu erhalten, glüht man den Hyacinth oder Zircon und löscht ihn plötzlich in Wasser ab, den Hyacinth wendet man aber nur in dem Falle an, daß er bei dem Glühen seine Färbung verliert.

In einem Stahlmörser zum feinsten Pulver zerrieben, mengt man dasselbe mit seinem vierfachen Gewicht an kohlensaurem Natron und schmilzt das Gemenge unter der vorher besprochenen Vorsichtsmaßregel in einem Platintiegel bei dem heftigsten Gebläsefeuer, die geschmolzene Masse wird mit Wasser übergossen, durch Salzsäure angesäuert und die Lösung bis zur Trockenheit verdampft, wodurch die Kieselsäure unlöslich wird. Hierauf weicht man den Rückstand mit Wasser auf, löst ihn dann durch größeren Zusatz, filtrirt die Lösung und fällt dieselbe nunmehr mit Ammoniakflüssigkeit. Der Niederschlag ist das Hydrat der Zirconerde.

Die verschiedenen Fundorte dieses Minerals geben übrigens so verschiedene Resultate, daß man sich überzeugt hat, es sei hier nicht eine Erde vorhanden, sondern es seien Mengungen von verschiedenen Erden, aber die vollständige Trennung derselben ist noch nicht gelungen. Die Zirconerde bildet mit den mehrsten Säuren Salze, allein nur die mit der Kieselsäure sind vorzugsweise von Wichtigkeit und näher bekannt, es sind eben die gedachten Edelsteine.

Schwefelzirconium wird durch Erhitzung des Metalles mit Schwefel in einem Wasserstoffgasstrom erhalten, es ist ein röthlich braunes Pulver, welches weder von Säuren (außer der Flußsäure) noch von Alkalien an-

gegriffen wird. Mit den Halogenen entstehen Verbindungen, unter denen das Zirconiumchlorid, Zr_2Cl_3, von besonderer Wichtigkeit ist, weil es zur Darstellung des Zirconiums führt. Es wird erhalten, wenn man ein Gemenge von Zirconerde und Kohle in Chlorgas erhitzt. Das Chlorid bildet eine weiße Salzmasse, welche unter heftiger Erhitzung von Wasser aufgelöst wird.

Das Zirconiumfluorid, Zr_2Fl_3, entsteht durch eine Lösung des Hydrats der Erde in Flußsäure. Dampft man die Lösung bei gelinder Wärme ab, so erhält man Krystalle, welche leicht löslich in Wasser sind, darin aber in ein saures und in ein basisches Salz zerfallen. Das erstere ist das lösliche, das basische dagegen scheidet sich als unlöslich aus.

Dieses Fluorid bildet mit Fluorkalium zwei Verbindungen, welche sich aus heißen Lösungen krystallisirt darstellen lassen.

Auch mit Brom existirt eine Verbindung, die wichtigste ist jedoch die mit Fluor, aus welcher das Zirconium am leichtesten dargestellt wird. Man erhitzt hierzu ausgetrocknetes Fluorzirconiumkalium, nachdem dasselbe wohl zerrieben und vollkommen ausgetrocknet ist, mit Kaliummetall in einer eisernen oder in einer Glasröhre. Wird diese so zusammengeschmolzene Masse nach der Erkaltung in Wasser gebracht, so wird ein großer Theil davon aufgelöst, aber zu Boden sinkt ein schwarzes Pulver, welches nach dem Trocknen unter dem Polirstahl den Glanz des Eisens annimmt und zusammengedrückt werden kann zu schwarzen Blättchen, ähnlich dem Graphit. Da es die Elektricität nicht leitet, so wird es von Einigen nicht unter die Metalle gerechnet, sondern mit Bor und Silicium in eine Reihe gestellt. Die Nichtleitung der Elektricität kommt aber wahrscheinlich davon her, daß es ein äußerst lockeres, beinahe schwammiges Pulver bildet. Diese Porosität geht so weit, daß, im luftleeren Raume geglüht und erkaltet, es sich von selbst bis zum Glühen erhitzt, wenn man Luft dazu treten läßt. An offener Luft stark erhitzt, entzündet es sich noch weit vor der Glühhitze und verbrennt damit zu Zirconerde.

Gewinnung der Erze.

Die sämmtlichen in den ersten fünf Bänden unseres Werkes betrachteten Gegenstände sind Produkte der Kunst, sie müssen gemacht werden. Die Elemente kann man zwar nicht machen, allein, was darüber gesagt worden, wird schon gezeigt haben, wie der Verfasser diesen Begriff aufgefaßt hat. Um zu Chlor zu gelangen, muß man Salz zersetzen, um zu Wasserstoff oder Sauerstoff zu gelangen, muß man Wasser zersetzen, um zur Kohle zu gelangen, muß man Holz verbrennen. Anders ist es mit den Gegenständen der beiden letzten Theile, sie sind sämmtlich fertig in der Natur, um sie zu erhalten, braucht man sie nur da wegzunehmen, wo sie von der Natur hingelegt worden sind, was allerdings mit mehr oder minder Schwierigkeiten verknüpft sein kann, indessen so ist es doch von je her gegangen und so geht es noch, wo man in einer etwas ursprünglichen Weise verfährt, z. B. in Californien, in Südamerika, in Kleinasien, in Indien ꝛc. Diese Methode des einfachen Wegnehmens ist sowohl die leichteste als natürlicher Weise auch die älteste. Die ersten Spuren davon zeigen sich uns in der Bibel, wir finden daselbst an verschiedenen Orten gesagt, daß die Flüsse Gold führen und daß man dasselbe sammelt. Unzweifelhaft ist es mit mehreren anderen Metallen ebenso gewesen, man hat sie aufgenommen, wo man sie durch Zufall entdeckte, aber schon Hiob oder der Verfasser des Buches, welches seinen Namen trägt, muß Bergwerke gekannt haben, damals war also die Kunst, diese Urkörper aufzusuchen, bereits viel weiter gediehen, als wir zu glauben pflegen. Das 28. Capitel des Buches Hiob spricht von der Weisheit und wo man sie wohl finden möge. Es fängt an mit der Betrachtung, daß man vieles Andere zu finden wisse:

1) Es hat das Silber seine Gänge und das Gold seinen Or
man es schmilzt.

2) Eisen bringt man aus der Erde und aus den Steinen sc
man das Erz.

3) Es wird des Finsteren etwa ein Ende und Jemand findet d
letzt den Schiefer tief verborgen.

4) Es bricht ein solcher Bach hervor, daß die darum wohnen
Weg verlieren und fällt nieder und schießt von den Leuten.

5) Man bringt auch Feuer unten aus der Erde, da doch
Speise wächst.

6) Man findet Sapphir an etlichen Orten und Erdenklöße
Gold ist.

7) Den Steg kein Auge erkannt hat und keines Geiers Auge ge

8) Es haben die stolzen Kinder nicht darauf getreten und ist kein
darauf gegangen.

9) Auch legt man die Hand an die Felsen und gräbet die Berg

10) Man reißt Bäche aus den Felsen, und alles, was köstlich ist,
das Auge.

11) Man wehrt den Strom des Wassers und bringt was verb
darinnen ist, an's Licht.

12) Aber wo will man Weisheit finden und wo ist die Stätt
Verstandes?

13) Niemand weiß, wo sie liegt, und wird nicht funden im Land
Lebendigen.

Hier sehen wir nun ziemlich unzweifelhaft, daß zur damaligen
die Bekanntschaft mit dem Golde und Silber und daß man es au
Erde bringe, nicht mehr neu war, daß das Schmelzen der Eisen
Kupfersteine, oder wie wir uns ausdrücken würden, das Zugutmachen
Erze bekannt war, daß man auch schon andere Gesteine aus dem E
der Erde holte und daß man sich dabei künstlicher Beleuchtung be
die Bergwerke also nicht, wie die californischen und wie viele der sc
schen, offen zu Tage liegen. Man glaubt auch aus dem vierten
zu entnehmen, daß man bereits Stollen zur Ableitung unterirdische
wässer gegraben habe. Aus dem neunten Verse geht unzweifelhaft
daß man die Felsen durchbrochen und die Berge durchwühlt habe,
Ströme ableite oder ausschöpfe, um Metalle zu finden, daß
ableite, um die Metalle in ihrem Bette aufzusuchen. In
wird auch des Goldes aus Ophir und edler Steine
ein anderer Vers (Hiob Kap. 23 V. 10), in
der Herr möge ihn prüfen, er werde erf

darauf deuten, daß es schon Mittel gegeben habe, die Feinheit und Reinheit des Goldes zu prüfen, etwa den Probirstein.

Im 20. Kap. V. 24 wird des eisernen Harnisches und metallener Berge gedacht, sowie im 40. Kap. braucht er Kupfer und Eisen in Stangenform zum Vergleich mit den Gebeinen des Behemot (wahrscheinlich des Flußpferdes), um dessen Stärke anschaulich zu machen, es muß ihm und demjenigen, zu dem er spricht, geschmiedetes Eisen etwas ganz allgemein Bekanntes sein. Später, zur Zeit als die Psalmen nieder geschrieben wurden, war man schon nicht mehr zufrieden mit einfach gereinigten Metallen, sondern man läuterte das Silber im irdenen Tiegel sieben Mal (Psalm 12 V. 7). Es scheint auch, als habe man zu jener Zeit bereits das Härten des Stahls verstanden, denn im 35. Verse des 18. Psalms wird des ehernen Bogens gedacht: „er lehrt meine Hand streiten und lehrt meinen Arm einen ehernen Bogen spannen", Worte, welche ganz unzweifelhaft sind und nicht anders gedeutet werden können, wie der ganze Verlauf der vorangehenden und nachfolgenden Verse zeigt, daß es eben Stahl gewesen sein müsse, aus dem die metallenen Bogen gemacht waren, wenn schon der Uebersetzer eherne Bogen schreibt, darf wohl kaum auseinandergesetzt werden, denn das, was man mit Recht Erz nennt, eine Mischung aus Kupfer und Zinn, kann, wenn sie schon elastisch ist, doch zu einem Bogen, der Pfeile oder Bolzen abschießen soll, nicht gebraucht werden.

Gewiß ist, daß die ganze Kunst, Metalle zu scheiden aus ihrem Gestein, ein Erzeugniß langjähriger Erfahrung ist und es ist sogar unzweifelhaft, daß nicht ein Volk seine Kunst von dem andern entlehnt hat, sondern daß diese Kunst vielfältig gleichzeitig bei verschiedenen Völkern aufgetaucht und wie es scheint so vollständig unabhängig von einander, daß man berechtigt ist, zu sagen, jedes Volk habe seine Methode für sich erdacht und vervollkommnet. Die Indier waren in keiner Verbindung mit den Aegyptern, Griechen und Römer haben wohl ihre Kunst von den Aegyptern erhalten, aber als ihre Heereszüge nach Germanien und Gallien gingen, fanden sie dort eiserne und kupferne Werkzeuge nicht nur, sondern sie fanden Bergwerke und Schmelzhütten, nun wird aber Niemand behaupten wollen, daß die alten Deutschen ihre Kultur von den Aegyptern erhalten hätten, um so weniger, als die Römer sogar erklären, die Germanen seien in diesen Künsten ihnen vorangeschritten. Ein Gleiches ist es mit dem Bergbau auf den britischen Inseln, wo derselbe so uralt ist, daß lange vor der Ausbreitung des Römerreiches schon Phönizier und Carthager dahin reisten, um das Zinn zu holen. Wie ausgedehnt aber die Metallindustrie gewesen sein muß, geht daraus hervor, daß Strabo, Cäsar und Herodian schon davon sprachen, daß die Priester der Cymbern kupferne Gürtel um den

Leib gehabt, daß sie das Blut der Gefangenen in ehernen Kesseln gesammelt, daß sie die Hörner der Auerochsen ausgebohrt, mit Silber eingefaßt und zu Trinkhörnern verwendet, daß sie mit Silber reich gestickte Kleider gehabt hätten ꝛc., was nicht allein auf den Besitz der Metalle, sondern schon auf große Geschicklichkeit in ihrer Verarbeitung und Verwendung schließen läßt.

Bei den Deutschen ist auch der Bergbau vorzugsweise geblieben, vorzugsweise ausgebildet worden, und wenn schon Abraham sehr reich an Gold war, wie Moses im 13. Kap. des ersten Buches, im 23. und 24. Kap. desselben Buches erzählt, so sind doch die anderen Metalle in Deutschland aufgesucht, bebaut und gerade die nützlichsten in Menge gefunden und in solcher vortrefflichen Art verwerthet worden, daß nicht allein die deutschen Bergleute nach allen Ländern hin gerufen wurden, um Bergwerke einzurichten, sondern daß selbst die auf ihre, allen anderen Völkern vorangeschrittene Civilisation so stolzen Franzosen, es nicht verschmäht haben, die ganze deutsche Bezeichnungsweise in allem, was den Bergbau und die Mineralien betrifft, anzunehmen.

Die Erzlagerstätten.

Um uns einen Begriff von der Ausdehnung des mächtigen wissenschaftlichen Gewerbes, das den Namen Bergbau führt, zu machen, müssen wir die Ausdehnung des Bodens betrachten, auf welchem es wurzelt. Wir können ohne Eitelkeit von Deutschland sagen, daß es in der jetzt bekannten civilisirten Welt jedenfalls die Grundlage zu der ganzen wissenschaftlichen Entfaltung gegeben hat. Deutschland ist der klassische Boden für die Ausbildung des Bergwesens und vor allem ist es der Norden Deutschlands, in welchem die Entwickelung stattgefunden hat. Von Schlesien durch das Erzgebirge und den Harz, durch Thüringen bis zu den Gebirgen jenseits des Rheins ist die Uebergangsformation diejenige, welche vorzugsweise erzführend ist und die Art der Führung ist meistens die in Gängen, wiewohl auch hier mannigfaltige Abweichungen nicht zu verkennen sind, und diese Abweichungen werden vorzugsweise durch drei Hauptströme, die Elbe, die Weser und den Rhein, begrenzt. Oestlich von der Elbe liegt Schlesien mit seinen reichen Eisen-, Blei- und Zinkbergwerken, welche gegenwärtig *eine solche* Ausdehnung gewonnen haben, daß sie beinahe die ganze Monarchie

versorgen könnten. Ueberall, wo der Bergmann eine Schürfung unternimmt, findet er etwas werthvolles, die prächtigsten Marmorarten in den verschiedensten Farben, die spaltbarsten Schiefergesteine, vor allem von Wichtigkeit aber eine unglaubliche Masse von Steinkohlen und jene beiden hochwichtigen Metalle, unter denen das Zink mit seiner überreichen Verwendung der neuesten Zeit angehört und der Industrie derselben seine unglaubliche Verbreitung verdankt. Zwischen der Elbe und Weser liegt der Harz, das Erzgebirge und Thüringen, welche jene großen Gänge einschließen, die durch ihre außerordentliche Regelmäßigkeit als wahre Muster der Gangformation bezeichnet werden können. Obschon unregelmäßige Lager und Nester zwischen den Gängen gefunden werden, so ist die Gangformation doch eine so bestimmte und vorwaltende, daß man sie charakteristisch für diese Region nennen kann. Die vorzugsweise auftretenden Erze sind die des Eisens, des Bleies, Silbers, Kupfers, des Kobalt und Nickel, des Arsenik, Antimon und Wismuth, auch Zinn kommt in beträchtlicher Menge um Goslar vor.

Zwischen der Weser und dem Rhein finden sich die gedachten Charaktere sowohl hinsichtlich ihrer Form als ihrer Zusammensetzung wesentlich verändert. Die Gänge sind gewöhnlich übereinstimmend mit der Lagerung der Gesteinmassen, sind aber in ihrem Gange sehr unregelmäßig, der Art, daß die Krummliniengänge die häufigsten sind, und es findet sich nicht selten, daß sie doppelt zusammengebogen sind wie ein lateinisches S. Unter den Erzen waltet die Blende vor und der Bleiglanz tritt häufig in dieselbe ein, was das Eisen betrifft, so erscheint es gewöhnlich als Spatheisenstein.

Auf dem linken Ufer des Rheins findet sich eine dritte metallreiche Zone, welche dadurch sich von den anderen unterscheidet, daß die Erze in ganz unregelmäßiger Art auftreten, bald in Lagern, bald in Nestern, viel seltener auf Gängen. Die Erze sind meistentheils Hydrate der Oxyde und sind häufig durch einander gemischt.

Dieser Unterschied zeigt sich auch in der Industrie dieser vier Hauptabschnitte. Zwischen der Weichsel und der Elbe waltet die Zink- und die Eisenindustrie vor, zwischen der Elbe und Weser arbeitet man vorzugsweise auf Silber, Kupfer, Blei und Kobalt, wiewohl das Eisen auch nicht fehlt, zwischen Weser und Rhein sind vorzugsweise jene vortrefflichen Eisenerze bearbeitet, welche unsere mächtigen Stahlfabriken ernähren, sowie dort auch schon Steinkohlen in so ungeheurer Masse gefunden werden, daß sie nicht nur reichlich genügen, um die Erze zu Gut zu machen, sondern auch ausreichend sind, den sonstigen Feuerungsbedarf der Provinz zu decken. Jenseits des Rheins tritt wieder das Zink in der Form des Galmeis auf, so wie der Bleiglanz silberhaltig und das Eisen in größter Masse verarbeitet wird.

Werfen wir einen flüchtigen Blick auf diese vier Abtheilungen, so se wir am weitesten östlich gelegen Schlesien mit einem unglaublichen Re thum an Eisen, welches begleitet von Zink und Blei sich über das Rie gebirge, das Eulengebirge bis nach den Karpathen erstreckt, die höh Regionen im eigentlichen Gebirge sind zwar außerordentlich reich, aber s die niederen Gegenden, wie z. B. um Tarnowitz, bieten einen Reichtl von Eisen und Zink, welcher ganz außerordentlich ist, selbst die gewöhnli Sedimentgesteine, die Kalkschichten finden sich metallführend vor und in halb derselben lagern mächtige Nester von Schwefelblei, reich an Sil Die Hauptgegend dafür ist die zwischen Georgenburg und Beuthen. Eisengruben liegen hauptsächlich im Osten von Tarnowitz, die Zinkgru im Südosten davon. Diese letzteren lagerweise erstreckt, sind ermittelt w den auf einer Länge von 3 Meilen und einer Breite von 2 Meilen. Tarnowitzer Bleigrube liefert jährlich 50,000 Centner Bleiglanz, we 40,000 Centner Blei und 1500 Mark Silber liefern, die Zinkbergw geben jährlich viel über 1 Million Centner Zinkerz, woraus man unge 300,000 Centner reinen Metalles erhält.

Die nächstfolgende Partie ist die zwischen der Elbe und der We Das Erzgebirge, diejenige Bergkette, welche zwischen Sachsen und Böh liegt, hat eine Richtung von Südwesten nach Nordosten, welche es bein geradlinig inne hält. Die Gipfelpunkte sind durch Porphyr und Ba gebildet und erheben sich auf 3600 bis 4500 Fuß über das Meer, sie scheinen jedoch nicht in solcher imposanten Größe, als man nach di Maßen glauben sollte, da sie sich über die Umgebung nur um 600 1000 Fuß erheben.

Von diesem Gebirge neigt sich der Boden langsam abwärts n Sachsen, welches schließlich in eine vollkommene Ebene ausläuft, das birge selbst ist nicht eigentlich malerisch, nicht großartig, die Thäler breit und wenig ansteigend, der Lauf der Bäche ist sanft und neigt theils der Elbe, theils anderen kleinen Flüssen zu, welche dieser tri pflichtig sind. Der Gneis waltet hier vor und wechselt mitunter Schiefern ab, besonders gegen den östlichen Theil der Bergkette hin.

Der Abfall dieses Gebirges nach Böhmen hat einen ganz Charakter, die Abhänge sind sämmtlich steil, die Thäler tief ein und die Bäche erreichen meistentheils nach wenigen Meilen schon liche Ebene, die Flüßchen auf der Nordseite laufen meistentheils auf die Axe des Gebirges abwärts, die Flüsse auf der zwar von ähnlich verlaufenden Bächen genährt, gehen se mit den Gebirgen und sie eilen direkt zur Elbe durch einschnitte der Eger und der Bila, die Elbe selbst

Gebirge zwischen Teschen und Schandau in der sogenannten sächsischen Schweiz.

Diese schroffen Abhänge, häufig von den Gewässern der Atmosphäre abgewaschen, gewähren den Geologen großes Interesse, der Charakter der Bergarten wechselt schon nach kurzen Strecken, auf Porphyr, Granit und Gneis folgen plötzlich secundäre und tertiäre Ablagerungen, welche sie überdecken. Die große Basaltformation Böhmens entwickelt sich schon hier in ziemlicher Bedeutung und überragt nicht selten durch ihre aufstrebenden Massen die Gipfel der Hügel, denen sie den Charakter der Schroffheit aufprägt. Von den höchsten Punkten, welche das Erzgebirge zeigt, z. B. von dem Kohlenberg oder Keilberg, kann man den höchst verschiedenen Charakter der beiden Abhänge sehr wohl studiren, die Ansteigung, die Farbe der Felsmassen, selbst die Vegetation trägt auffallend dazu bei, die Charaktere der beiden Abhänge zu bestimmen. Man übersieht gegen Freiburg und Chemnitz hin einen sanften Abhang, der sich in eine Ebene verliert, die nur durch den Horizont begrenzt ist, dagegen auf der anderen Seite nach Töplitz und Carlsbald hin hohe Gebirge die Aussicht begrenzen.

Schön ist die Aussicht nach dem nördlichen Abhange hin, wo kein Hinderniß das Auge stört, in die Ferne zu schweifen, und wo es eine große Menge von kleinen und größeren Städten erblickt, welche berühmt sind durch die Erzeugnisse des Bergbaues oder der Industrie, so Freiberg, die Geburtsstätte der wissenschaftlichen Mineralogie und Geologie, es ist der Mittelpunkt der großartigsten Gangverbreitung; Zinnwald und Altenberg sind ein paar kleine und bescheidene Städtchen, aber berühmt durch ihre großen Zinnlager; Ehrenfriedersdorf, Annaberg, Geyer, Johanngeorgenstadt bieten die mannigfaltigsten Erze und so schöne Mineralien dar, daß sie die Kabinette aller Länder zieren; Schneeberg erzeugt Kobalt und Nickel.

Auf dem jenseitigen Abhange hat man „sich nie mit Kleinigkeiten abgegeben", man sieht da nur das silberreiche Joachimsthal, Bleystadt und Schlackenwald. Die Böhmen und Oesterreicher verlangen schon etwas sehr Reelles, wenn sie ihre Hand danach ausstrecken sollen, der Norddeutsche ist bescheidener, er trägt auch das Kleine in sein Haus, darum ist auch sein Wohlstand größer.

Der Gneis, welcher fast ausschließlich den sächsischen Abfall des Gebirges bedeckt, ist wenig verschieden in seinem Charakter, er bildet wellenförmige Abhänge, kaum hier und dort ununterbrochen durch Quarzfels, welcher aus der fortlaufenden Schicht aufsteigt, wenn man aber bedeutendere Unterbrechungen der Hügel sieht, so kann man sich überzeugt halten, daß es Porphyr sei, welcher vorzugsweise auf den Höhen als das hebende und durchbrechende Gestein erscheint. Gegen Norden und Osten zeigt das Gebirge

Glimmerschiefer und Thonschiefer, welche in der Regel frei liegen und nicht bedeckt sind durch secundäre Mittel.

Diese breite Gneiserhebung, wovon Freiberg den Mittelpunkt einnimmt, ist die erste Stufe der höchst ausgezeichnet entwickelten Uebergangsformation von Sachsen, gegen Westen und Norden liegen die außerordentlich reichen sächsischen Minen, welche man auch die zweite metallische Formation des Erzgebirges nennt, wegen der großen Verschiedenheit, welche ihre Erze in ihrer Zusammensetzung zeigen. Silberhaltige Erze, Kobalt, Nickel und Uran, charakterisiren die wichtigsten Gänge, welche übrigens von sehr verschiedenem Alter zu sein scheinen, einige sind verbunden mit dem quarzhaltigen Porphyr, andere gehören den Basalten an, die mehrsten derselben sind schon seit Jahrhunderten höchst berühmt und sie haben die wichtigsten Aufschlüsse über die geologischen Verhältnisse dieses Gebirges geliefert.

Außer diesen Gängen findet man im Erzgebirge noch eine große Menge unregelmäßiger Lager, welche besonders durch ihren Gehalt an Zinn charakterisirt sind. Man kennt vier verschiedene Klassen dieser Zinnlager und unterscheidet sie durch die Namen der Stockwerke und eine daran gehängte Zahl. Das erste Stockwerk besteht aus Adern und kleinen Anhäufungen in Granit- und Porphyrmassen, das zweite Stockwerk ist in den Schiefermassen zerstreut, sie enthalten auch Turmalin, Topas und andere weniger bedeutende Edelsteine, man nennt sie deshalb auch unregelmäßig und wandelbar, das dritte Stockwerk bildet eigentlich wirkliche Gänge, welche nachträglich erst durch die erzführenden Schichten innerhalb der Bergart, die sie führt, aufgefüllt worden sind, das vierte Stockwerk enthält zinnhaltige Anschwemmungen in den Thälern, wo die Abwaschung vorhandene Erze zertrümmert und die zerkleinerte Masse in bedeutender Menge aufgehäuft hat.

Um Freiberg bilden die silberhaltigen Bleierze und die silberführenden Kiese den charakteristischen Zug. Nach den umschließenden Bergarten zu gehen, darf man wohl behaupten, daß die Metallformation schon in der Kreidezeit angefangen und sich bis zur Tertiärformation fortgesetzt hat. Sachsen producirte im Jahre 1842 65,000 Mark Silber, 16,000 Centner Blei und 5000 Centner Zinn. Als Nebenprodukte werden betrachtet 12,000 Centner Smalte, ziemlich viel Kobalt, Nickel und Arsenik.

Der Harz scheint eine wirkliche Berginsel zu sein, entstanden indem die Uebergangsformation das Diluvium und Alluvium durchbrochen hat. Diese Insel ist elliptisch und erstreckt sich von Goslar bis einer Länge von etwa 15 Meilen auf eine wechselnde B 6 Meilen, die Richtung läuft von Süd-Ost nach Nord-W hebung ist ziemlich regelmäßig und symmetrisch, so daß

gar zu weit von der Mitte weggerückt erscheint. Der Breite nach zwischen Herzberg und Halberstadt nimmt er sogar genau die Mitte ein. Das Uebergangsterrain ist überall erhoben, das Rothliegende, der Zechstein, der bunte Sandstein, der Muschelkalk, der Keuper, der Grobkalk und die Kreide erheben sich über die niedrigsten Schichten immer mehr und bilden gewissermaßen concentrische Schichten, welche die Krone des Harzes, den Brocken, rings umgeben. Der Brocken, ungefähr 3500 Fuß hoch, bildet den ausgesprochensten Zug des Gebirges, er ist zusammengesetzt aus mehreren Hügeln, die sich gleichmäßig erheben und deren Gipfel eine große Fläche bilden, der Berg selbst besteht aus Granit und um ihn lagern sich niedrige Berge der Uebergangsformation. Im Osten dieser Gebirgsinsel bildet der Granit eine zweite Erhebung, welche aber weder so hoch noch so ausgedehnt ist, als der Brocken selbst. Dies sind die Berge der Roßtrappe. Die Uebergangsgesteine des Harzes sind der Thonschiefer und die Grauwacke. Die Entwickelung des Thonschiefers beginnt mit Quarzgestein, mit dem Kieselschiefer, die Grauwacke beginnt mit dem Quarzfels. Die Kieselschiefer, welche in den Uebergangsgebirgen selten sind, erscheinen doch im Harz besonders schön entwickelt. Das verbindende Element der Kieselkörner tritt nicht so scharf hervor, daß es die anderen Elemente des Gesteins verdecken könnte.

Wenn man das Innere des Harzgebirges durchstreift, so findet man dasselbe sehr viel mehr gespalten, eingerissen, durch gewaltige Bewegungen durchbrochen, als man seinem äußeren, sanft wellenförmigen Ansehen nach glauben sollte. Man erkennt an der Vertheilung, an der Aufrichtung oder Streichung der Granitmassen die Art der Erhebung, welche durchweg feuriger Art gewesen sein muß, auch tritt der Grünstein, die Hornblende, der Diorit, der Pyroxen häufig zu Tage und zeigt in seiner ganzen Gestaltung die Wirkung des Feuers oder wenigstens der Schmelzung, wenn auch ohne Feuer, da im Erdinnern wohl geschmolzenes Gestein, aber doch kein Feuerherd zu suchen ist.

Die Felsen von Hornblende (Amphibolit) von einem sehr dunkeln Grün, mitunter krystallinisch, sind zerstreut durch alle Partien des Harzes, aber hauptsächlich sind sie angehäuft auf einer querlaufenden Linie von der Umgegend von Larbach beginnend bis nach Altenau, nur durch einen mächtigen Granitvorsprung, den Ziegenruck, unterbrochen, dann aber weiter laufend gegen Goslar und Harz. Man findet dieselben Hornblendefelsen ringsum in dem östlich gelagerten Granit- und Andreasberg rc.

Diese Massen rechtfertigen durch die Verschiedenheit ihrer Charaktere die verschiedenen Namen, welche man ihnen gegeben hat. Die Beimengung

von Feldspath führt sie zu den Dioriten über und die des Hypersthens zum Augit.

Alle metallischen Produkte des Harzgebirges können als einer und derselben Periode angehörig betrachtet werden, welche wahrscheinlich den Erhebungen des Diorits und der Blende gleichzeitig war, man würde sich indessen sehr irren, wollte man glauben, eine solche Entstehung sei eine plötzliche gewesen, höchst wahrscheinlich sind darüber lange Zeiträume hinweggegangen, während welcher langsamere oder schnellere Erhebungen oder Ausbrüche stattgefunden haben, welche jedoch sämmtlich sowohl in ihren Einflüssen, als in ihren Produkten unter einander einen gewissen Zusammenhang behielten, man muß aber unterscheiden, die Gesteine, welche das Eisen im oxydirten Zustande enthalten, welche sehr unregelmäßige Lager bilden, ferner die Erze von Silber, silberhaltigem Antimon und Schwefelsilber, begleitet von silberführendem Bleiglanz, welche zur Gangart den Kalkspath haben, ferner den Bleiglanz, mehr oder minder silberführend, begleitet von Blenden mancher Art und von Eisen- und Kupferkies, ferner die Kupferkiese, welche fast ausschließlich aller anderen Erze in Quarzgängen auftreten, endlich die sehr schwachen, wenig mächtigen und doch reichen Gänge, welche verbunden mit Antimon und Blei sowohl Silber als Gold führen und deren Gangart der Kalk und oxydirte Eisengesteine sind.

Um diese Schätze alle zu erreichen, hat man gewaltige Arbeiten nöthig gehabt, durchschnittlich sind die Schachte 1600 Fuß tief, es giebt aber auch welche, die 2500 Fuß messen, so der Samson, welcher jetzt allerdings der tiefste Schacht ist. Der große Entwässerungskanal, welcher bei Grund ausmündet, hat über 2 Meilen Länge, während welcher er nicht ein einziges Mal offen zu Tage ausgeht, überdies aber sind die sämmtlichen Schächte und Stollen und unterirdischen Kanäle auf die vortrefflichste Weise mit einander verbunden, so daß sie ein wahres Musterbergwerk bilden.

Gehen wir weiter nach dem Westerwald, dem Taunus, dem Hundsrück, der Eifel, so finden wir nicht so ausgezeichnete und ausgesprochene Lagerungen, wie im Harz. Die Gegend hat eine ungleiche, wellenförmige Oberfläche, welche aber nirgends einen übereinstimmenden, allen Gegenden gemeinschaftlichen Zug hat. Große Massen von Kalkschiefer, Thonschiefer, von Sandstein bis zu den ältesten der Grauwacke hinab, bilden die Schichtenköpfe und es scheint, als ob die metallischen Ablagerungen gleichfalls keinen gemeinschaftlichen Charakter hätten, die Gänge, Schichten, Lager, Nester befinden sich wie durch Zufall zerstreut in einem solchen Berge, in einem solchen Thale, daß man nirgends sagen kann, ihre Gegenwart sei von der Eruptivmasse, von der vulkanischen oder plutonischen, abhängig.

Die Gegend von Siegen zwischen Kassel und dem Rhein scheint die

reichste an Metall zu sein, die Gänge von Spatheisenstein sind sehr mächtig und das Lager von Stahlberg scheint das bedeutendste, aber auch bei Arnzau und Berninz befindet sich ein wirklicher Gang, dessen Mächtigkeit zwischen 6 Fuß und 40 Fuß wechselt, derselbe ist bereits auf einer Länge von 700 Fuß ausgebeutet und scheint sich noch viel weiter zu erstrecken.

Die Gänge von Blende und Bleiglanz scheinen die zahlreichsten, viele derselben sind bemerkenswerth dadurch, daß sie mit den Lagerungen der Gesteinmasse, in welcher sie vorkommen, parallel laufen, daher sie häufig krummlinig erscheinen.

In eine dritte Kathegorie gehören die Kupfergänge, deren Gangart der Quarz ist, die berühmtesten derselben liegen bei Rheinbreitenbach, sie liefern die schönsten Erze von Kupferoxydul, an manchen Punkten aber sind nicht minder stark vertreten die geschwefelten Kupfermassen, die mehrsten derselben befinden sich in der Grauwacke und in dem Thonschiefer, häufig aber auch in Berührung mit Kalkschiefer, welcher Anthracit führt. Jenseits des Rheins, wo wir die vierte Hauptgruppe sehen, finden wir besonders den Galmei stark vertreten zwischen Herbstthal und Aachen, man pflegt diese Gegend mit dem französischen Namen vieille montagne zu bezeichnen und wendet denselben Namen zugleich auf die große Aktiengesellschaft an, welche diese Bergwerke ausbeutet.

Dieses Erzlager ist eine weite, elliptisch gestaltete Aushöhlung in einem großen, länglichen Bergzuge, deren Hauptmasse aus Kohle führendem Thon und Kalkschiefern besteht. Weiter nach Westen in der Gegend von Lüttich, von Huy findet man mächtige Lager von Eisen und Blei.

Wenden wir uns nach dem südlichen Deutschland, so finden wir dasselbe nicht weniger reich an Metallen, nur werden sie selten so fleißig ausgebeutet, Steyermark und Tyrol sind ganz besonders reich, auch Kärnthen erzeugt gewaltige Massen verschiedener Metalle. Die mineralischen Schätze von Würtemberg sind, bis auf die Eisenhütte von Wasseralfingen, noch beinahe gar nicht aufgeschlossen, mehr ist im Schwarzwalde gethan, doch auch nicht der hundertste Theil von dem, was geschehen könnte. Oesterreich, welches seine Arme weit über die Grenzen Deutschlands hinausstreckt, hat in Böhmen auf dem Südabhange des Erzgebirges, ferner in Ungarn und Siebenbürgen, endlich in Illyrien die allerwichtigsten Bergwerke, Steyermark liefert viel über ½ Million Centner Eisen, ungefähr halb so viel davon liefert Kärnthen, Salzburg und Tyrol geben zusammen ungefähr 40,000 [illegible]tner, Böhmen liefert viel über 20,000 Mark Silber, Salzburg ungefähr [illegible]ber zugleich 120 [illegible] [illegible]n liefert dagegen 5000 Mark Gold [illegible] [illegible]upfer, 40,000 Centner Blei, [illegible] 12,000 Centner Antimon.

In Ungarn wie in Tyrol scheint das Silber immer mit dem Golde vereint vorzukommen, Schemnitz und Kremnitz bilden den Mittelpunkt des reichen Nieder-Ungarn, Ober-Ungarn bildet einen zweiten minder reichen, Kern und Siebenbürgen einen dritten, das Banat der Türkei gegenüber einen vierten Bezirk. Ueberall findet man Kupfer in großen Massen, die Gänge sind reich, setzen sich nur wenig regelmäßig fort, sie sind, wie der Bergmann sagt, verworfen, das einschließende Gestein, die Bergart, ist theils Porphyr, theils Syenit, welcher in Granit übergeht, theils Gneis, Glimmerschiefer, Kalkschiefer rc.

Die Gänge von Schemnitz sind meistentheils 20 bis 25 Fuß mächtig, erreichen aber an einigen Stellen die ungeheure Ausdehnung von 130 Fuß, die Ganggesteine sind drusiger Quarz, eisenhaltiger Kalk, nicht selten Baryt rc., und sie schließen Schwefelsilber gemengt mit gediegenem Silber ein und eine nicht unbedeutende, aber sehr wechselnde Menge gediegenen Goldes, ferner Kupfer, Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies, theils isolirt, theils in allen möglichen Verhältnissen gemengt und zwar in solcher Art, daß es Erze giebt, welche 60 Prozent Silber enthalten, so gut wie andere, welche kaum $\frac{1}{10}$ Prozent zeigen. Gold erscheint im Durchschnitt zu $\frac{1}{4}$ Prozent im Erze.

Die Alpen schließen nicht Metallmassen ein, welche in einem Verhältniß zu der außerordentlichen Mächtigkeit des Gebirges ständen, man hat an verschiedenen Orten in der Schweiz Bergwerke angelegt, jedoch mit wenig oder gar keinem Erfolg. In den piemontesischen Alpen und zwar in den untersten Regionen des Gebirges findet man allerdings Eisenerze, auch giebt es daselbst einige Gold führende Kiese, aber sie sind nicht bedeutend genug. Die einzigen Silberbergwerke, welche in dem sardinischen Staat im Betriebe sind, sind die von Pasey und Macot, die von Pasey sind erst 1714 erschlossen und wurden für Rechnung einer englischen Gesellschaft betrieben, welcher eine sardinische folgte, worauf das französische Gouvernement sie bearbeiten ließ. Jetzt gehören sie wieder Sardinien. Der Bezirk von Macot wurde erst im Jahre 1807 erschlossen, ein Beweis, wie weit zurück die guten Leute jener Gegenden sind. Zur Zeit der französischen Herrschaft erstreckte sich die Ausbeute auf 100,000 Centner Blei und 50,000 Pfund Silber, im Werthe von etwa 9 Millionen Francs, jetzt hat man zwischen 1834 und 1842 nur 34,000 Centner Blei und 8000 Pfund Silber gewonnen, was im Ganzen einen Werth von 1 Million Francs repräsentirt.

Seit dem 13. Jahrhundert hat England sich an die ... baues gestellt und es dankt diesen Rang dem unermeß... der wichtigsten Mineralien, des Eisens und der Koh...

Masse von Brennmaterial, welche man allein in Wales findet, ist groß genug, nicht nur um alles Erz, welches England selbst hergiebt, zu verschmelzen, sondern auch noch genügend, um die von Cuba, von Chile und von Bolivia eingeführten Erze zu bewältigen.

Die reichste Provinz ist die Grafschaft Cornwallis, sie liefert allein sämmtliches Zinn und 7 Theile des Kupfers, die England erzeugt. Das Land ist sehr unfruchtbar und bietet beinahe nur Felsen von Schiefer oder zermalmtem Granit dar. Eine kleine Kette von Bergen, besser gesagt wohl von Hügeln, deren Höhe 1000 Fuß fast niemals erreicht, besteht der Hauptsache nach aus Granit, welcher bedeckt ist durch Thon und Kalkschiefer und durch Blende. Dies sind die einzigen Felsen, welche man mit Mächtigkeit auftreten sieht, und sie bilden den Boden für die reichen Metallnetze, welche ihn durchziehen. Das Zinn und das Kupfer sind die charakteristischen Metalle von Cornwales, sie finden sich zwar hauptsächlich beide in Gängen, aber doch so vertheilt, daß man das Zinnoxyd mit ziemlicher Sicherheit als das früher dagewesene betrachten kann. Unzweifelhaft ist die Entstehung der beiden Metalle nicht gleichzeitig, sondern muß als das Resultat einer lange dauernden Umwandlung der Erdoberfläche angesehen werden. Später sind dann wohl noch andere Metalle dazu getreten, aber in so unbedeutender Masse, daß sie kaum verwerthet werden. Die Erzeugung von Zinn überragt bei weitem die Produktion von ganz Europa, ja man kann eigentlich sagen, daß es in Europa weiter kein Zinn gebe. Es werden in England zwischen 90,000 und 100,000 Centner Zinn gewonnen, in Sachsen 7000, in Oesterreich etwa 1000 und hiermit wären wir am Ende. Die Zinn führenden Gänge von Cornwallis sind vorzugsweise mit Quarz gefüllt, welcher Chlorit oder Glimmer führt. Die Einförmigkeit dieser Gänge ist hier und da durch ein Oxyd des Eisens oder durch Flußspath unterbrochen, in diesen Gesteinen findet sich das Zinnoxyd in kleinen Krystallen oder in Körnern, in Schuppen, feinen Adern ꝛc. eingesprengt und obwohl es im Durchschnitt 2 Prozent des Gesteins nicht übersteigt, so ist es doch das Hauptziel der Bergwerksarbeit. In einzelnen Fällen überwiegt nach und nach das Kupfer und dann wird aus dem Zinnbergwerk ein Kupferbergwerk.

Es ist wunderbar, daß bei dem geringen Gehalt von 2 Prozent, d. h. von 2 Pfund Erz auf den Centner Gestein, die Ausbeutung noch der Mühe lohnt, und dies findet statt selbst in dem Falle, daß das Gestein hart, daß es lauter Quarz sei.

Die Richtung der Gänge, in denen das Zinn vorkommt, ist solcher Art, daß man sie nothwendiger Weise Sprüngen zuschreiben muß, welche in einer gewissen Richtung die verschiedensten Gesteinmassen durchsetzt haben.

Es giebt Gänge, welche eine ununterbrochene Längenausdehnung von 7000 bis 8000 Fuß haben, deren Mächtigkeit von 1 bis 4 Fuß wechselt, welche doch aber stellenweise dergestalt zusammengeschnürt erscheinen, daß sie beinahe verschwinden, indessen sie andererseits sich wieder auf 9 und 12 Fuß Mächtigkeit ausdehnen. In der Regel entspricht eine solche Erweiterung zugleich einer Vermehrung des Erzreichthums. Wenn zwei Gänge einander begegnen und sich unter spitzen Winkeln kreuzen, so pflegt dieses gleichfalls den Metallreichthum bedeutend zu erhöhen, vorzugsweise an der Kreuzungsstelle. Geht aber ein Gang sich spaltend auseinander, so ist die Folge davon jederzeit, daß in beiden Theilen der Gabelung die Erzmasse sich bedeutend verringert, gewöhnlich tritt dann auch ein gänzliches Ausgehen ein. Nachdem die getheilten Zweige des Ganges immer schwächer geworden sind, verschwinden sie endlich ganz. Dies tritt gewöhnlich ein, wenn ein Gang aus einer Bergart, aus einer Formation in die andere übergeht. So wenn z. B. der Gang in Granit mächtig war und nun sich spaltend in Schiefergestein oder in Sandstein übertritt. Es kann begreiflich auch das Entgegengesetzte stattfinden, der Gang ist kompact und kräftig in grauem Zinnsand (die Engländer nennen ihn Killas) und er spaltet sich, wie er in den Granit eintritt, wird daselbst immer dürftiger, enger und verschwindet endlich ganz.

Das Zinn erscheint auch noch in sogenannten Stockwerken, hauptsächlich im Granit, dieser ist gewöhnlich durch die Zersetzung des Feldspaths in Thon (Kaolin) mürbe und zerreiblich geworden, er wird durchschnitten von einer großen Menge von Quarzadern, welche Turmalin und Zinnoxyd einschließen, diese Adern haben nur 6 bis 8 Zoll Mächtigkeit, aber sie geben nicht selten Anschwellungen, indem sich das Zinn in größerer Masse häuft. Man kann hier offenbar zwei verschiedene Naturereignisse wahrnehmen, eine gewaltsame Zersprengung des Granits nach vielen Richtungen und in der Folge dieser gewaltsamen Erschütterungen das Eindringen des erzhaltigen Gesteins, dann aber — wahrscheinlich sehr viel später — eine Zerstörung des Granits, vielleicht durch Nässe und Kälte, so daß derselbe sich in seinem Innersten gelockert und das auflösliche Thongestein, der Feldspath, seine bindende Kraft verloren hat.

Dieses Gestein ist höchst wahrscheinlich die Mutter der Zinngraupen oder Zinnseifen, d. h. derjenigen Anhäufungen von Zinnoxyd in kleinen Schuppen und Körnern, welche man im angeschwemmten Lande nesterweise findet, dieselben liegen 15, 30, ja wohl 60 Fuß tief unter dem aufgeschütteten Erdreich, man findet das Zinnerz vermischt mit Granitkörnern, Quarzkrystallen, kleinen Stücken Feldspath oder Glimmer, Turmalin ꝛc., bald grob-, bald feinkörnig, sie geben das gesuchteste Zinnerz, das sogenannte *Stromzinn, welches* das reichste ist und der wenigsten Arbeit bedarf, nicht

ellen kommen große Massen von Zinnoxyd in so verkleinerter Gestalt ohne alle Beimischung vor, so daß es nur der Einschmelzung bedarf.

Die Kupfer führenden Gänge bieten einfachere Erscheinungen. Das Ganggestein ist fast ausschließlich der Quarz, aber von dem Hangenden und Liegenden des Berges, in welchem die Gänge sich befinden, sind Trümmer in den Gang selbst gerathen, daher seine Masse in Härte und in Farbe wechselt. Man findet das Kupfer in geschwefeltem sowohl, als in oxydirtem Zustande, nicht selten auch gediegen.

Die Kupfergänge sind merkwürdig durch ihre große Ausdehnung, man hat deren von der Länge einer deutschen Meile; laufen dieselben senkrecht oder wenig geneigt, so ist von ihrer Breite natürlich keine Rede, denn man kann sie nicht so weit in die Tiefe verfolgen, als sie sich erstrecken, aber die horizontal liegenden, Kupfererz führenden Schichten oder Gänge (welche man in Deutschland jedoch Lager nennt) haben mitunter eine Breite von 1½ bis 2 deutschen Meilen und eine Länge, welche dieser gleichkommt, die Mächtigkeit derselben, die Dicke wechselt zwischen 3 und 6 Fuß, aber auch diese ungeheuren Lager oder Gänge sind den Anschwellungen, sowie den Zusammenschnürungen unterworfen. Bei den aufgerichteten Gängen bemerkt man, daß ihr Reichthum steige mit der Tiefe, so wenigstens ist es bei denjenigen Bergwerken in Cornwales, welche den Namen Unitad mines tragen, sie fangen an bei 300 Fuß reichlich bauwürdig zu werden und ihr Reichthum steigt bis zu 1200 und 1300 Fuß Tiefe immerfort, allein es läßt sich keine Regel darüber festsetzen. Die Bergwerke von St. Austle geben ein Beispiel für das vollständigste Gegentheil, sie sind am reichsten nahe an der Oberfläche, nehmen immer mehr ab an Bauwürdigkeit und bei 600 Fuß Tiefe verlieren sie diese ganz.

Die Bleilager von England sind auf die Grafschaften Cumberland, Derby, Devon und Cornwallis vertheilt. In den beiden letzten findet sich der Bleiglanz in Gängen, welche den Thonschiefer und die Grauwacke durchsetzen, man findet sie in derselben Art auch in Schottland, aber außer in der Grauwacke auch noch im Gneis und im Glimmerschiefer. In Cumberland und Derby befindet sich die Blei führende Ablagerung in kohlensaurem Kalk und in Steinkohlen führender Bergart.

Die Erzlager in Frankreich befinden sich an fünf verschiedenen Punkten, meistens in den Uebergangsgebirgen, besonders wo dieselben durch plutonische Ereignisse umgewandelt sind, diese Lager befinden sich an der Spitze der Bretagne unfern Alençon und Angers, ferner in den Vogesen, welche sich wie eine Insel aus dem Sedimentgestein erheben, drittens in jenem bedeutenden Erhebungskreise, welcher das Plateau des mittleren Frankreichs

bildet, von den Sevennen, dem Vivares nach der Auvergne, viertens in der Kette der Pyrenäen, endlich im Alpengebirge.

Die Wichtigkeit dieser Metallablagerungen entspricht keinesweges der großen Ausdehnung der gedachten Distrikte; die Gänge sind weder selten noch unbedeutend, aber ihr Inhalt steht an Reichthum gewöhnlich weit unter demjenigen der Nachbarstaaten, daher die französische Bergbaukunst und die ganze Bergwerks-Industrie nicht nur keine großen Fortschritte gemacht hat, sondern dazu auch keinesweges für die Zukunft bestimmt scheint.

Die Bretagne entspricht beinahe bis zur täuschenden Aehnlichkeit der Grafschaft Cornwallis in England, die Erze sind auch dieselben, nur sind sie dürftig genug und können mit den engländischen nicht gleichen Schritt halten, Kupfer erscheint wenig, Zinn allerdings mehr, aber doch auch nur in so geringer Menge, daß man im Jahre 1818 nicht mehr als 20 Centner gewann, bedeutender ist die Erzeugung von Blei aus dem Bleiglanz, das ziemlich viel Silber enthält.

Die Vogesen sind unter den Mineral führenden Distrikten am hervorragendsten. Das silberhaltige Blei bildet den Hauptgegenstand und seit undenkbarer Zeit sind die Minen geöffnet, aber obschon sie im vorigen Jahrhundert noch bedeutende Ausbeute gegeben haben, sieht man sie heutigen Tages fast sämmtlich verlassen, weil die Gewässer überhand genommen haben und man sie nicht mehr bewältigen konnte, ohne zu große Opfer zu bringen. Hätte man am Anfange der Ausbeutung, welche große Reichthümer auf die Unternehmer häufte, dem Wohl des Bergwerks einige Opfer gebracht, hätte man Entwässerungsanstalten getroffen und im Laufe der Jahre fortgeführt, so würde ein Ersäufen der Gruben nicht möglich sein, aber heutigen Tages zeigen nicht nur diese, sondern fast alle französischen Bergwerks-Unternehmungen nichts weiter, als die Fehler, welche man begangen hat; würden die Bewohner der Vogesen, ursprünglich eine deutsche Bevölkerung, in ihrem Rechte geblieben sein, würden sie nicht durch Kreuzung beinahe verändert und vertilgt worden sein, so würde man diese Bergwerke von Deutschen bearbeitet und in solcher Blüthe sehen, wie die des Harzes, deren Wichtigkeit nicht in ihrem Reichthum, sondern in ihrer vernünftigen Ausbeutung liegt. Der verlassenen Bergwerke in den Vogesen sind fast unzählige und Burat giebt 42 an, deren Wiederaufnahme nur mit geringen Schwierigkeiten verbunden sein würde. Man sieht hieraus recht deutlich, wie wenig geeignet der Franzose ist, sich der beschwerlichen Arbeit des Bergbaues zu unterziehen.

Das Plateau des mittleren Frankreichs war gleichfalls in früheren Zeiten viel stärker bearbeitet und derselbe Gewährsmann zählt hier 5[illegible] verlassene Bergwerke auf, welche mit leichter Mühe wieder begonnen werd

könnten, etwas ganz Aehnliches ist es mit den Pyrenäen und den Bergwerken in den Alpen.

Auch hier sind die Hauptmineralien Blei mit Silber, Eisen und Kupfer, allein es kommt auch Antimon und manches andere brauchbare Gestein vor, wiewohl wenig beachtet. Die Gänge in dem Sevennengebirge kommen immer im Gneis oder in den Schiefern vor, welche die Granitmasse, wodurch die Hügel gebildet werden, bedeckt. Hauptsächlich die Gegenden, wo die verschiedenen Formationen sich berühren, sind metallhaltig.

Unsern Limoges hat man Gänge von Kupferoxyd sowohl als von Kupferkies, Galmei und Zinkblende.

Die Pyrenäenkette gewährt nur geringfügige metallführende Adern, aber der Spatheisenstein kommt sehr häufig vor und wird in katalonischen Essen behandelt (siehe Bd. VI. S. 41). Die wichtigste von diesen Ablagerungen ist die von Rancié, welche ungefähr 60 katalonische Essen unterhält und seit mehr als 600 Jahren bearbeitet wird. Die Formation, in welcher dieses Erz auftritt, wurde früher für die Uebergangsformation angesehen, sie gehört jedoch nach neueren Untersuchungen der Juraperiode an. Die Erzlager von Rancié laufen vertikal und eins derselben ist so außerordentlich reich an braunem und rothem Eisenstein (Hämathit) und an Spatheisenstein, daß man dieses Mineral als das bei weitem vorwaltende betrachten kann. In der That ist nicht allein das Kalkgestein von Eisenoxyd durchdrungen und zwar solcher Gestalt, daß man es mitunter gar nicht als Kalk erkennen kann, sondern eine große Menge der Adern ist mit reinem Eisenoxyd gefüllt und es befinden sich in diesen Massen kugelförmige Ablagerungen von braunem oder rothem Blutstein, welcher auf das Schönste krystallisirt ist.

Solche Lager sind mitunter von dem Gipfel des Berges bis zu seinem Fuße verlaufend, auf 2000 Fuß Höhe verfolgt worden, ohne daß man irgendwo auf ein Ende gestoßen sei, ihre gewöhnliche Mächtigkeit ist von 65 Fuß und sie steigt bis auf 150, die allerstärkste Schnürung, welche man gefunden hat, maß doch noch 13 Fuß.

Das Bergwerk von Canigu zeigt Lager von Spatheisenstein in einem noch viel größeren Maßstabe. Eine gewaltige Granitmasse hat die Lagergesteine durchbrochen und ein elliptischer Gürtel von ungefähr 3 Meilen Durchmesser, auf welchem die Berührung zwischen den verschiedenen Gesteinmassen stattgehabt hat, schließt zahlreiche kohlenstoff- und sauerstoffhaltige Eisenmassen ein, welche mitunter eine Mächtigkeit von 300 bis 400 Fuß haben und welche sich auf der ganzen Länge dieses Gürtels in unerschöpflicher Masse ausdehnen. Es giebt auch Kupfer- und Bleibergwerke, sie sind aber so schlecht behandelt, daß man sie verlassen, wieder aufgenommen

und abermals verlassen hat. Einige zwanzig derselben würden mit dem größten Vortheil bearbeitet werden können, wenn man deutsche Arbeiter dort hätte.

Der fünfte Distrikt Erz führender Gänge ist der an die Alpen grenzende, dort sind große Spatheisensteinmassen, aber freilich nicht vergleichbar mit denen der Pyrenäen, das Lager im Thale Oisans hat nur 1 Fuß Mächtigkeit, ist aber doch so lohnend, daß es auf mehr als 1000 Fuß ausgebeutet worden ist. Oestlich von Grenoble liegt ein zweites sehr bedeutendes Lager, welches in Blende und Kalk auf mehr als 4000 Fuß Länge erforscht und abgebaut ist, die Stärke dieses Ganges ist äußerst verschieden, so daß man denselben mehr als eine zusammenhängende Reihe von Anschwellungen betrachten kann, wie als einen Gang. Eingebettet in kohlensaurem Kalk, davon man 13 verschiedene Gesteinmassen erkannt hat, in Feldspath, in Gyps, in Baryt, in Jaspis, in Quarz, in Asbest, Talk, Chlorit und Granaterde, findet man an Erzen und Metallen Schwefelsilber und gediegenes Silber, silberhaltiges Bleierz, grauen Kobalt, arsen- und silberhaltigen Kobalt, Nickel, gediegenes Antimon, Schwefelkupfer, kohlensaures Kupfer, Zinnober und gediegenes Quecksilber. Trotz dessen sind so viele Bergwerke aufgegeben worden, daß Burat über 30 anführt, welche mit Vortheil und geringen Kosten wieder aufgenommen werden können.

Die russischen Bergwerke beschränken sich auf drei Distrikte, in den Gebirgen des Ural, des Altai und den Gebirgen von Daurien. Da der Ural als die Grenze zwischen Europa und Asien angenommen wird, so pflegt man sämmtliche Bergwerke als in Sibirien belegen zu bezeichnen, indem man das ganze asiatische Rußland im Allgemeinen unter dem Namen Sibirien begreift. Auch sind in der That die auf der europäischen Seite belegenen Minen des Ural bei weitem nicht von so großer Bedeutung, als die nach Sibirien zu belegenen, man findet daselbst Gold und Platina, überaus reiche Kupfer- und Eisenerze, der metallische Reichthum fängt im Süden um Katharinenburg an und geht ungefähr 70 Meilen weit nach Norden in ununterbrochenem Reichthum fort.

Der Altai, welcher Sibirien von der Tartarei trennt, umschließt die berühmten Gold- und goldhaltigen Silberminen von Koliwan und Zmeiow. In beiden Gebirgen ruhen die metallischen Gänge in den Schiefern des Uebergangsgebirges.

Die Bergwerke von Daurien, in denen Nertschinsk eine so traurige Berühmtheit durch die zur Bergwerksarbeit dahin deportirten Verbrecher erhalten hat, und welche den Raum zwischen dem Baikalsee und dem stillen Meere ausfüllen, umschließen vor allen Dingen die reichsten Bleierze, haben durchweg Bleiglanz vom höchsten Silbergehalt und dieser ruht in kohlensaurem Kalk, woraus die ganze Gebirgsmasse besteht.

Die Golderzeugung am Ural und am Altai läßt sich zwar durchaus nicht genau angeben, da dieselbe zum großen Theil in den Händen von Privatleuten liegt, denen gerade der Boden gehört, da dieselben aber von der Gold- und Silberproduktion einen Zehnten an den Staatsschatz abzuführen haben und dieser jährlich 60 bis 80 Millionen Rubel beträgt, so kann man daraus schließen, welche Massen Goldes und Silbers wirklich gefunden werden, auch wenn man annimmt, daß Alles vollständig bezahlt würde, müßten wir sofort sagen, die Gewinnung beliefe sich auf 1000 Millionen. So enorm dieses erscheint und so wenig wir die Zahlen als genau verbürgen wollen, so unterliegt doch dieses keinem Zweifel, daß die Besitzer jener goldführenden Strecke fabelhafte Reichthümer aufhäufen würden, wenn nicht der ganze Gewinn in den Spielbanken bliebe, welche sie unter sich errichten oder welche sie in anderen Ländern aufsuchen. Im Jahre 1841 soll der Zehnten aus dem Ural allein 40,000 Pfund Gold betragen haben, die Goldwäschen aber erstrecken sich weit über die Gebirge und überall, wo abgeschwemmtes Land vom Ural herstammend liegt, befinden sich auch Goldablagerungen, bedeckt durch unfruchtbaren Sand oder durch Thon, durch Gesteintrümmer mancher Art, so daß dieselben mitunter sehr schwer, mitunter ganz leicht zugänglich sind, sobald es sich darum handelt, ein paar Lachter tief zu graben, so erachtet man schon die Arbeit für zu schwer, man kann das Gold leichter haben.

Die Lager liegen hauptsächlich auf der Thalsohle, überall, wo man in dem hügeligen Terrain eine niedrige Strecke aufsucht, kann man überzeugt sein, in größerer oder geringerer Menge Gold oder Platina in Körnern und mitunter auch gediegenes Silber zu finden. Betrachtet man die große Erstreckung, auf welcher sich die Gesteinmassen, die Sand- und Erdmassen vom Ural abgeschwemmt, gelagert haben so muß man erstaunen über die ungeheure Höhe und Ausdehnung welche das Gebirge gehabt hat, das den Stoff zu der Beschüttung hergab.

Das Uralgebirge umschließt die berühmtesten und reichsten Kupferminen der Erde, man findet dort den Malachit in so ungeheurer Stärke, daß es möglich war, einen festen, kompakten Block von 80,000 Pfund Gewicht herauszuarbeiten und daß es auch möglich war, für die berühmteste Kirche von Petersburg Malachitsäulen, sämmtlich Monolithen (Steine aus einem Stück) zu schleifen und zu poliren, welche das Schönste sind, was man in der Art erzeugt hat.

Nicht minder merkwürdig sind die Bergwerke des Altai. Der Metallreichthum ist meistentheils in Porphyr eingebettet und die Gänge sind gefüllt mit Silber- und Golderzen sowohl als mit Blei, das Ganggestein ist meistentheils ockerartig. Es ist ebenso mit den Kupferminen, welche

theils geschwefelt, theils gekohlt, theils oxydirt Kupfer enthalten, je w
abwärts man in diesen Bergwerken kommt, desto reicher werden sie. I
ist man nicht wissenschaftlich genug erfahren, um den geologischen Ver
nissen genügend auf die Spur zu kommen.

Die Gruben von Nertschinsk liegen in Kalk, in Schiefer und in G
wacke, die Vertheilung des Erzes ist so unregelmäßig, daß viele Geg
schon für erschöpft gelten, während wahrscheinlich nur der Mangel
systematischen Verfolgung der erzführenden Strecken auf den Gedanken
bracht hat, daß sie nicht ferner der Bearbeitung würdig seien.

Schweden und Norwegen bilden eigentlich nur ein gewaltig g
Gebirge, auf der Westseite — Norwegen schroff in's Meer abstürzend,
der Ostseite — Schweden in einem sanfteren Abfall durch fünfzig und
derte von Meilen dem bothnischen Meerbusen zu sich senkend. In
Skandinavien scheinen die Blenden das hauptsächlichste Gestein für
Einschluß der metallführenden Mineralien zu sein und vorzugsweise b
sie die Gänge von Kupfer und Eisen in größter Mächtigkeit; so is
Provinz Dalecarlien und das Bergwerk Fahlun hoch berühmt, dasselb
zwar zehn geringere Gruben und sieben bedeutendere Schachte, ist
immer das, was man in Deutschland ein Bergwerk zu nennen pflegt,
Hauptmasse von Eisen und Kupfer liegt aber offen zu Tage und I
eine, wie es scheint, aus dem Kern der Erde herausgewachsene Erzm
deren Oberfläche auf die Länge von 1500 Fuß und auf die wechs
Breite von 100 bis 1000 Fuß bloßgelegt worden ist. Hier gräbt
oder hackt man, sprengt man das Erz ab unter freiem Himmel u
diese Massen von Kupferoxyd oder Schwefelkupfer ist man bis auf 1300
abwärts eingedrungen. Hier braucht man keine Förderungsschachte.
das Erz aus der Tiefe heraufzuholen und es an der Oberfläche der
weiter fortschaffen zu können, baut man hölzerne Gerüste, welche die F
die man senkrecht abgesprengt hat, um mehrere Klafter überragen u
deren Spitze die Winden stehen, mittelst deren die Arbeiter die Erz gef
Eimer emporziehen und die leeren herablassen.

Das Kupfer ist das Hauptmetall, was an Eisen vorkommt,
wenig beachtet, aber auf Gold und Silber wird dieses Kupfer be
auch das Blei ist nicht ganz ohne Bedeutung und dient hauptsäch
das Silber von dem Kupfer zu trennen. Die große Kupfergrube
im Westen der Stadt Fahlun liegt, wird seit so langer Zeit
daß kein geschriebenes und kein überliefertes Wort den Z
ginnens festzustellen vermag. Jetzt ist die Arbeit
60 Kupferhütten, 1 Goldscheidehütte, 2 Silberhütten
öfen, 2 Treiböfen und einem Vitriol- und S

Schweden ist beinahe das reichste Land hinsichtlich des Eisens, welches meistentheils als Doppeloxyd, als Magneteisenstein vorkommt und daher das trefflichste Eisen liefert, so berühmt, daß es nach dem an Eisen so reichen England beinahe zum Zehnfachen des Preises verkauft wird, den das englische Eisen an Ort und Stelle selbst hat. In dem Taberg und dem Jonkopink liegen die Gänge fast durchweg in amphibol- oder in porphyrartigem Gestein. Herr Elie de Beaumont hat entdeckt, daß alle diese metallischen Ablagerungen sich auf einer Linie finden von dem Onegasee bis nach der Südwestspitze von Norwegen. Da nun der Onegasee weit jenseits Petersburg in Rußland liegt, da ferner zwischen diesem und der Südostspitze von Norwegen die Sümpfe des südlichen Finnlands, der finnische Meerbusen, der bottnische und die Ostsee liegen, aber Beaumont, eine sehr große Autorität, deren Feder nie etwas Unwahres entschlüpfte, so läßt sich muthmaßen, daß er die metallischen Adern von Oneza bis Norwegen unter dem Meeresbette verfolgt hat. Nach anderen Lesarten findet man die reichen Erzlager vom südlichen Schweden gegen Norden hin in den Vorbergen der norwegischen und schwedischen Gebirge.

Die Bergwerke von Silber und Blei findet man fast durchweg in Gängen, wie z. B. die von Sala und Congsberg. Aber überhaupt läßt sich von Vertheilung der Erze in einer bestimmten Art gar nicht sprechen, da die verschiedenen Erze verschiedene Entstehungen voraussetzen, da welche, wie z. B. die Eisenoxyde, sich noch jetzt bilden, so das Sumpf- oder Wiesenerz, da sie ferner in Lagern, in Gängen, in Stockwerken, d. h. körnig in die Masse des Gesteins eingesprengt und endlich in großen Nestern oder Haufen vorkommen. Diese letztere, die Anhäufung zu großen Massen ist diejenige, welche in Schweden und Norwegen am oftesten auftritt und aus welcher der Hauptreichthum Schwedens herrührt. Nirgends in ganz Europa ist diese Art der Metallverbreitung so allgemein, wie gerade in Schweden.

Angefangen im äußersten Norden, sind die folgenden die Hauptbezirke Schwedens. Tornea in Lappland, berühmt durch seine gewaltigen Eisenmassen, deren einige alles übertreffen, was Aehnliches im übrigen Europa noch vorkommt, indem die Dimensionen wahrhaft gigantisch sind. Auch das Kupfer ist dort sehr reich vertreten und einige Minen schließen Schwefelblei reich an Silber ein. Der Transport allein ist es, welcher nicht eine solche Rentabilität gestattet, als bei dem Reichthum an Erz wohl zu erwarten wäre.

Zu Hjerdal (oder Herjedal) sind Bergwerke von Kupfer und Eisen, welche sich mit denjenigen vereinigen, die auf der norwegischen Seite, in der Gegend von Drontheim, bearbeitet werden.

Weiter südlich in Dalecarlien waltet das Kupfer vor, welches in die

Provinz Westeras übergehend, sich dort zu gewaltigen Lagern von Bleigla umbildet, so bei Sala, dem reichsten Blei- und Silberbergwerke in Schweden.

Die Bergwerke von Karlstadt in der Umgebung von Philippstadt we den fast ausschließlich auf Eisen abgebaut, mit Ausnahme derer von Ba welches die bedeutendsten des Landes sind für Kobalt. Im Südwest dieses Kreises findet man silberhaltiges Blei.

Upland und Suedermanland umschließt einige Eisenbergwerke, un denen das wichtigste und berühmteste das von Danemora ist.

Die Provinz Nyköping umschließt die wichtigen Eisenbergwerke vo Turaberg nebst reichen Kupfer-, Kobalt-, Blei- und Silbererzen.

Es reihen sich hieran die nach Norwegen übergehenden Bergwerke Smalen, dessen Flüsse und Bäche das Eisen in großen Massen nach de zahlreichen Seen führen, so daß man es von dem Grunde derselben dur Baggervorrichtungen heraufholt, um es einzuschmelzen. Das Goldbergwe von Eidesfoß ist längst verlassen und aufgegeben.

In Norwegen kann man fünf Hauptdistrikte unterscheiden. Die Kupfe minen, die Kaafiart in Finnland, unter dem 70. Grad nördlicher Breit die nördlichst gelegenen Bergwerke der Erde, seit einigen Jahren höch ausgiebig. Die zwischen dem 62. und 64. Grad gelegene Provinz Dronthei umschließt mächtige Kupfer- und Eisenbergwerke. Die gewaltigen Lag von Röraas sind die bedeutendsten von Norwegen. In derselben Gege wird auch Chromeisenstein in großen Massen gefunden.

Die Minen in Telmarken, reich an Kupfer und Eisen, wurden vo zugsweise im 17. und 18. Jahrhundert bearbeitet und sind jetzt sehr ve nachlässigt worden.

In der Provinz Buskerus unfern Christiania befinden sich die b rühmten Silbergruben von Kongswinter, bearbeitet werden auch noch di von Modum, welche reich an Kobalt sind. An der Südspitze läuft län des Meeres, welches den Namen Skagerak führt, eine Bergkette, wel der Hauptsitz der norwegischen Eisenwerke ist.

Spanien, welches einst der Hauptsitz des Bergbaues war und wel wegen seines Silber- und Goldreichthums schon zur Zeit der Römer Carthager so berühmt war, hat diesen Ruhm beinahe ganz verloren scheint zwar, als wolle dasselbe jetzt wieder anstreben, sich denselbe zu erobern, denn seit etwa 30 Jahren sind die Arbeiten wieder hafter aufgenommen, aber wie bedeutend der Metallreich giebt zu wenig Arbeitskräfte, um denselben zu bewä

Das Uebergangsgebirge ist in Spanien vor alle bis jetzt bekannt gewordenen Gänge und

t jeder Distrikt, wie wohl begreiflich, seine Eigenthümlichkeiten, welche bhängig sind von der Umwandlung, welche die Gesteine durch plutonische reignisse erlitten haben. So scheint es z. B., als ob die Serpentin-ssen den bleihaltigen Schichten der Sierra di Gador einen eigenen Cha-akter aufgeprägt haben, der sich in der Schichtung ausspricht, während e Lager, welche sich dem blende- und feldspathhaltigen Porphyr nähern, en Charakter der Gänge erhielten, die einen großen Reichthum von silber-altigem Blei oder von Schwefelsilber führen.

Der Distrikt der Sierra Morena, den Norden von Andalusien und inen Theil der Provinzen Estremadura und La Mancha umfassend, besteht einahe ganz aus dem Uebergangsgebirge und die metallführenden Gänge nd Lager haben dort sowohl die größte Ausdehnung als sie auch die annigfaltigsten sind, man findet dort, was nur der Harz, das Erzgebirge, ie Vogesen, der Schwarzwald und das südliche England an metallischen Mineralien giebt, auch die Aeußerlichkeit zeigt ähnliche Gestaltungen, die und gewölbten Kuppeln und Dome, welche sich als Mittelpunkt unterirdischer Erhebungen kund geben und bei denen man sicher ist, dem Porphyr zu be-gegnen, erinnern an die halbkugelförmigen Berge der Vogesen, indessen die tief eingeschnittenen und doch schroffen Berg- und Thalmassen desjenigen Theils dieses Distrikts, der vorzugsweise Sierra Morena heißt, neben dem Por-phyr auch Quarz- und Schiefermassen zeigt, welche auf den Höhen vor-herrschen und eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Erzgebirge haben, eine Aehnlichkeit, welche noch dadurch vermehrt wird, daß man daselbst eine Anzahl von Bergwerken findet, wenn sie schon äußerst wenig ergiebig ge-nannt werden können, allein die Wichtigkeit derselben kann nicht in Abrede gestellt werden, auch sieht man an den ungeheuren Massen der Halden, welche dieselben umgeben, wie bedeutend früher die Arbeiten daselbst waren.

Die Quecksilberlager von Almaden gehören zu denjenigen, welche sich auf den Gängen zwischen zwei verschiedenen Formationen vorzufinden pflegen, man sieht dort drei liegende Gänge, beinahe parallel und ganz übereinstimmend mit der Ablagerung von Sandstein und silurischen Schiefer-gebilden. Die Lager haben 18 bis 40 Fuß Mächtigkeit, verlaufen beinahe horizontal und haben die Grauwacke zum eigentlich bergenden Gestein. Der Zinnober, mitunter in schönen Krystallen sublimirt, am Hangenden haftend, ist eingedrungen in den Sandstein und zwar solcher Art, daß man bedeu-tende Stücke desselben in Plattenform absprengen kann, welche ganz von Zinnober durchdrungen sind, auf deren einer Seite der Zinnober vollständig schön krystallisirt aufsitzt, während die entgegengesetzte Seite kaum noch von dem bis dahin dringenden Zinnober gefärbt ist. Trotz des ungeheuren Reichthums dieser Minen belief sich der Ertrag an Quecksilber bis zu dem

Zeitpunkt, wo Rothschild als Pächter auftrat, auf nicht mehr als 40,000 Centner jährlich. In demselben Distrikt finden sich die Silber führenden Gänge von Guadalcanal und Los Santos, die kupferhaltigen Gänge von Rio Tinto, ferner die Bergwerke von Linarés. Ein bedeutendes Lager von Galmei befindet sich in der Sierra d'Alcarez.

Der ungeheure Reichthum Spaniens wird vertreten durch sehr erbärmliche Zahlen, man gewinnt jährlich 170,000 Mark Silber, 40,000 Centner Quecksilber, 1 Million Centner Blei und eben so viel Centner Eisen.

Außerhalb Europa sind bemerkenswerth die Metall führenden Gegenden von Südamerika.

Diesem Welttheil haben die vulkanischen Thätigkeiten eine so durchweg einheitliche Prägung aufgedrückt, daß die metallischen Schichten fast überall unter annähernd gleichen Verhältnissen auftreten. In der Cordillerakette beherrscht die Gold- und Silberformation alle anderen, gerade so wie die Trachite und die neuzeitigen Vulkane den physikalischen und geognostischen Charakter der Gegend beherrschen. Dies Verhältniß wird noch auffallender dadurch, daß der hohe Preis der Arbeitskräfte es verhindert, andere als so werthvolle Metalle zu bearbeiten. Die Schwierigkeit, welche der Transport erleidet, und der Mangel an Brennmaterial haben in gleicher Weise Einfluß gehabt und zwar in solchem Grade, daß man lange Zeit geglaubt hat, Amerika habe gar keine anderen als die edlen Metalle, während es doch nur diese sind, die man aufsucht, deren Inhalt man durch Quecksilber dem Mineral entzieht und deren Darstellung in metallischem Zustande nur äußerst wenig Brennmaterial erfordert. Man hat also die vielen Kupfererze, das Zinn und das Eisen ganz bei Seite gelassen und nennt Bergwerksdistrikte nur diejenigen, in denen Gold, Silber und Platina zu finden ist.

Die Bergwerke der Andes setzen, wenn man die Angaben über deren Ertrag liest, gewöhnlich in das größte Erstaunen, man ist jedoch im Irrthum, wenn man glaubt, die Erze seien reicher, als die ähnlicher Metalle in Europa, der Unterschied liegt lediglich in der Mächtigkeit der Lager und der geringen Mühe, welche es kostet, sie zu Tage zu fördern und sie zu bearbeiten.

Das Gold und das Silber bilden in Südamerika zwei sehr auffallend von einander verschiedene Formationen. Die Bergzüge von Brasilien können als der Typus Gold führender Gebirge angesehen werden, indessen die Berge der Andes mehr der Silberformation angehören, besonders in Mexiko und Chile springt die Silbererzeugung in's Auge, während die Andes von Peru Gold und Silber vereint enthalten. Ein drittes edles Metall, welches dient

die beiden gedachten zugute zu machen, das Quecksilber in der Gestalt des Zinnobers, befindet sich in den reichen Minen von Juan Cavelica. Die reichen Kupferbergwerke des Thales Coquimbo in Chile werden durchaus nicht weiter benutzt, als um nach England geführt zu werden, in Chile versteht Niemand dieselben zu verwerthen, in England erst werden sie in Kupfer verwandelt. Die Silbererze von Amerika sind meistentheils Gold führend und zeigen dadurch auf eine sehr augenscheinliche Weise den wirklichen Zusammenhang der Gold- und Silberbildung, aber allerdings ist die Goldmenge in diesen Silbererzen eine sehr geringe. In allen Gängen der Cordilleras, wo der Schwefelkies gemischt mit Kupferkies, Bleiglanz, Silber führendem Graukupfererz, Schwefelsilber und gediegenem Silber vorkommt, ist das Silber das charakteristische Mineral und es schließt stets etwas Gold ein. In anderen Gegenden aber ist das Gold das wirklich vorwaltende Metall und es tritt alsdann auch isolirt, d. h. nicht mit dem Silber verbunden, sondern rein auf. Der Schwefelkies ist vorzugsweise das Ganggestein für Gold und Silber; wo das Eisen im oxydirten und im Hydratzustande auftritt, scheint es aus einer Zersetzung der Schwefelkiese entstanden zu sein. Das Schwefelantimon wird in verschiedenen Bergwerken gleichfalls als Gold führend ausgegeben, diese Gold führenden Mineralien haben den Quarz als Ganggestein.

In dem Bergwerk von Marmato auf den Abhängen des Rio Cauca befindet sich das Gold nur im Schwiefelkies, welcher weitgreifende, mächtige Gänge ausfüllt. In diesen ist das Gold nur in so geringer Menge, daß es der Chemie selbst schwer wird, dasselbe chemisch darzustellen, dennoch lohnt es der Mühe, diese gewaltigen Bergwerke auszubeuten, weil dieselben des Erzes in so ungeheurer Menge liefern, daß wir in unseren Ländern gar keinen Begriff von einer solchen Massenhaftigkeit haben und weil es so sehr leicht ist, das Gold zu scheiden, indem das Quecksilber die ganze Arbeit übernimmt. Das Gold nämlich kommt zum Theil sehr schön krystallinisch, sonst aber in Körnern von jeder möglichen Form innerhalb des Eisenkieses vor, nicht gerade selten findet man Stücke von mehreren Loth, aber sie sind dergestalt weitläufig zerstreut, daß es unmöglich wäre, sie aufzusuchen, da wird denn das Gestein gepocht und dem Quecksilber überlassen, das Gold aufzunehmen.

Das Terrain der Gold führenden Schwefelkiese gehört zu der Formation der metallhaltigen Diorite und Porphyre und von der Zerstörung solcher Formation rühren die Goldablagerungen in dem Alluvium, in dem abgeschwemmten Lande her, welche sich vorzugsweise auf dem östlichen Abhange der Cordilleras finden.

Brasilien und vor allem andern die Provinz Minas-Geraes hat in

seinen Schoß aufgenommen, was von den Hochgebirgen durch Regen und Frost zertrümmert, durch Bäche und Flüsse hernieder geführt ist. Die gedachte Provinz ist sehr bergig und gehört der Uebergangsformation an, wenigstens glaubt man es von den mehrsten Gegenden, deren Schichten im Allgemeinen bei weitem weniger steil sind und deren Axen nicht durch krystallinische Gebirge gebildet oder erhoben sind, die Eruptivgesteine zeigen sich dort nur in einzelnen, isolirten Bergen und scheinen das Erdreich durchdrungen zu haben, viel mehr als sie es gehoben haben, die höchsten Bergspitzen dieser Provinz erheben sich nicht über 5000 Fuß und auch diese sind noch aus Lagergestein bestehend, haben keine Gipfel, welche das aus der Erde gequollene geschmolzene Gestein sichtbar werden ließen.

Durch eine große Menge von Thälern und Spalten, welche mit den Bergen abwechseln, erscheint die ganze Gegend wellenförmig. Wo tief gehende Spalten sich zeigen, kann man sehr wohl die auf einander folgenden Schichten auffinden und kann auch die Veränderungen nachweisen, welche durch unterliegende plutonische Massen, durch theilweise oder weitgreifende Erhitzung, Umschmelzung, Krystallisation ihm gegeben worden sind. Die so verwandelten Lagergesteine sind großentheils Metall führend.

Zu unterst findet man gewöhnlich den Gneis, er bildet entweder den Boden der Spaltungen der aufgerissenen Thäler oder er zeigt sich an den Wänden in der untersten Stufe, darauf ruht in weiten Strecken der Quarz zum Theil in der Gestalt chlorithaltigen Sandsteins. Der Itakolumit erreicht ungeheure Mächtigkeit. Diese Quarzmassen, welche in Brasilien sehr häufig vorkommen, bilden einen bestimmten Zug in dem Charakter der Gegenden. In den höheren Regionen werden diese Quarzschichtungen häufig durch Eisenglanz durchbrochen, welcher dort verschiedene Varietäten bildet. Die obersten Lagen der wellenförmigen Berggegenden sind gewöhnlich recht eigentlich grobe Sandsteine.

Merkwürdig ist, daß die sämmtlichen Schichten Metall führend sind, dergestalt, daß es scheint, als sei die ganze Masse einem allgemeinen Ereigniß unterworfen gewesen, welches sie sämmtlich mit Metallen durchdrungen hat, nicht selten erscheinen diese so vorwiegend, daß sie den Charakter der ursprünglichen Felsart verändert haben. Der Quarz vor allem hat eine große Neigung, Metall aufzunehmen. Das Hauptgestein ist der Eisenglanz und der Gold führende Eisenkies, dann kohlensaurer Mangan, gediegenes Gold und was dazu gehört. Das Gold ist so sehr allgemein verbreitet, daß in manchen Gegenden jedes abgeschlagene Felsstück, zerkleinert und ausgewaschen, Gold liefert, an manchen Punkten ist allerdings mehr aufgehäuft, als an anderen, besonders in den Schichten, welche durch das *Feuer verändert*, oder mit den feurig geflossenen Massen, welche sich aus

dem Innern der Erde hinauf gedrängt haben, in Verbindung stehen. Diese große Verschiedenheit in dem metallischen Reichthum macht die Bearbeitung der Gesteine weniger lohnend, aber es kommen doch häufig Fälle vor, wo die Ausbeute eines einzigen Tages die unfruchtbare Arbeit mehrerer Monate reichlich deckt. In diesen Bergen muß das Mineral zerkleinert und das Gold daraus gesammelt werden, was mitunter seine großen Schwierigkeiten hat, da es häufig an Wasser fehlt, und dennoch haben manche Gesellschaften, wie z. B. die von longo Socco und mehrere andere, jährlich 3000 Pfund Gold errungen. Der eine Bezirk von Minas Geraes, welcher den eben angeführten Namen der Gesellschaft gegeben hat, beutet für ungefähr 1½ Millionen Francs Gold alljährlich aus.

Eine andere Art, das Gold zu gewinnen, ist die, aus dem Sande der Flüsse zu waschen. Wir haben dieses bereits Seite 620 des VI. Theils beschrieben. Hier ist die Gewinnung sehr viel leichter, denn erstens bedarf es nicht mehr der Zerkleinerung des Minerals, in welchem das Gold enthalten ist, die Natur hat bereits vorgearbeitet, zweitens ist durch dasjenige Mittel, welches der Mensch hier schließlich anwendet, durch das Waschen nämlich, das Gold bereits auf einem viel kleineren Raum concentrirt, indem Bäche und Flüsse den Sand und das leicht bewegliche Gestein fortgeführt und nur das schwerere oder das gröbere zurückgelassen haben.

Hiervon das Gold zu sondern, ist die Aufgabe des Goldwäschers. Unzweifelhaft würde man besser verfahren, wenn man die gerollten Gesteine, in deren Zwischenräumen sich das Gold in kleinen Körnern verbirgt, pulverisirte und dann durch Quecksilber das Gold auszuziehen suchte, denn selbst dasjenige, was man in kleinen Klümpchen aus dem Sande heraussucht, hat einmal in einem Stücke Quarz gesteckt, allein die Indolenz der Brasilianer ist zu groß, um keinen Preis würden sie die schwerere Arbeit unternehmen, wenn sie durch die leichtere nur zu irgend einem Ziele gelangen. Es ist unzweifelhaft, daß, wenn einmal nach Jahrhunderten die Kultur sich bis dorthin erstrecken sollte, die abgesuchten Gegenden von Neuem der Gegenstand des Goldsuchens werden müssen.

Die abgewaschenen Erdmassen der Flußgebiete enthalten in gleicher Weise wie das Gold- so auch das Platinmetall, das Palladium, Iridium und die sonst damit verbundenen, endlich aber auch den Diamant, sie sind also nicht blos Metall, sondern auch Edelstein führend.

Aufmerksame Beobachter haben gefunden, daß der Sand der Flüsse erst dann beginnt, Gold und Edelstein einzuschließen, nachdem dieselben bergige Striche von Itacolumit durchschnitten haben. Dies hat darauf geführt, das gedachte Gestein als das Muttergestein der edlen Mineralien zu betrachten denn auch den Topas in seinen reinsten, dem Diamant an

Feuer sich nähernden Varietäten, den Beryll und anderes edle Gestein fand man in weit gestreckten Bänken des Itacolumit's gewöhnlich eingebettet in Drusen, in mandelsteinartigen Bildungen von Quarz oder von Amethist (violett gefärbtem Quarz).

Das Gold- und das Platinmetall findet man nur im gediegenen Zustande und man betrachtet dieselben als dem ältesten Erdumbildungsprozesse angehörig, aber es ist nicht ganz richtig, dieses so zu betrachten, denn die Gold und Platina führenden Alluvionen zeigen uns nur die Ueberbleibsel der Zertrümmerung des eigentlichen Muttergesteins und sie müssen daher mit den Zinnseifen in eine Kategorie gestellt werden.

Das Gold und das Platina im Muttergestein ist bei weitem weitläufiger vertheilt, als andere in ähnlicher Weise vorkommende Metalle. Dies ist der Grund, warum man sie selten im Muttergestein aufsucht.

Die Silbererze der Cordilleras bilden eine ganz abgesonderte Lagerung, welche sich von den anderen Metall führenden Mineralien auffallend unterscheidet. Ein Hauptkennzeichen der Anwesenheit von Silber ist die stets wiederkehrende Verbindung von Porphyr und Blende, welche Humboldt mit dem besonderen Namen der Metall führenden Porphyre bezeichnet. Man würde sich irren, wenn man voraussetzte, daß die Metalle im Porphyr selbst zu finden wären, aber sie zeigen sich nur in den Schiefern und den Kalkfelsen, welche von Porphyr unmittelbar berührt und begleitet sind und welche sie umgewandelt haben. Alle Beschreibungen der Silber und Gold führenden Gegenden in Südamerika sind auf merkwürdige Weise hierin übereinstimmend.

Die mächtigen Gänge und Lager, welche die Metalle führen, durchschneiden entweder den Thonschiefer und die Grauwacke (Zacatecas, Guanaxuato und Potosi) oder kompacten Kalkstein (Pasco, Catorce). Im Kalk mit Kieselschiefer gemengt (Veta-Negra und Sombrerete) endlich aber an der Grenze der eigentlichen Porphyre der Feldspathmasse und der Trachite (Pachnea, Guanaxuato, Real-del-Monte). Diese Gänge sind gewöhnlich stark gegen den Horizont geneigt und nicht selten ganz parallel laufend mit den Schichtungen der Gebirgsmasse.

Die Gangart ist gewöhnlich der Quarz oder der Kalk, das Gestein der Wandungen oder des Hangenden und Liegenden, mitunter kommen die Kiese dazu, welche in Verbindung mit Oxyden des Eisens viel mehr die Rolle der Gangart, als die eines Erzes spielen. Auf diese Weise sollte man glauben, die Silber und Gold führenden Erze treten nur untergeordnet auf gegenüber dem anderen Metall führenden Gestein und dies ist in der That der Fall, denn alle Gänge, welche man bis zu einer gewissen Tiefe aufgeschlossen hat, geben in ungeheuren Massen Schwefeleisen,

Schwefelblei und andere Substanzen ähnlicher Art, in denen das Silber im gediegenen oder im geschwefelten Zustande in unbedeutender Menge eingestreut erscheint, allein sie haben dennoch aus den oben angeführten Gründen allein Werth. Die Halden von Eisen und anderen Erzen bilden Gebirge auf den Gebirgen, da Niemand daran denkt, ihnen das Metall zu entziehen, nur das Silber will man haben oder das Gold, weil sie bei großem Werth nur geringe Mühe fordern.

Obwohl aus dem Gesagten hervorgeht, daß die Minen der Cordilleren nur dadurch so reichlich lohnend sind, daß sie des Erzes in so unglaublicher Masse bergen, so ist doch wiederum nicht zu läugnen, daß es Punkte giebt, auf denen das Erz 40 bis 60 Prozent Silber liefert und daß man gediegenes Silber in wallnußgroßen, faustgroßen, kopfgroßen Klumpen findet, ja daß man Stücke von 600 Pfund aufgefunden hat.

In Chili findet man dieselben Erze und Metalle und benutzt, wie wir bereits wissen, davon auch lediglich Silber und Gold. Die Gangart des Kupfers ist gewöhnlich der Quarz und die Hornblende, der eisenhaltige Quarz ist die Gangart des Goldes, der Spatheisenstein, der Kalk, der kohlensaure Baryt, der schwefelsaure Baryt bilden das Ganggestein des Silbers, Chile liefert vorzugsweise quecksilberhaltiges Silber, Chlorsilber und gediegenes Silber, aber auch Brom und arsenhaltiges Silber erscheint häufig und in Verbindung mit sehr mannigfachem Gestein. Diese Erze reichen von der nördlichen Grenze von Chile bis nach Copiapo, 10 Meilen südlich von St. Yago. Die reichsten Minen sind die nördlich gelegenen, die ärmsten südlich. Im Norden findet man das Chlorsilber, im Süden das Schwefelsilber vorwaltend. Die Würdigkeit des Erzes wächst mit seiner Seltenheit, es wird reicher, aber erscheint seltener im Norden von Chile, es kommt in immer größeren Mengen vor, je weiter man südlich geht, aber die Erze werden immer weniger werth. Das Chlorsilber, welches das ausgiebigste in den Gängen von Chile ist, zeigt sich gewöhnlich unter der Form einer grauen oder ockerfarbigen Erde, welche äußerlich nicht das Mindeste von ihrem Metallgehalt verräth. An anderen Orten zeigt das Silberchlorür sich zu Adern in Baum- oder Stalactitenformen vereint oder man findet es in beträchtlichen Massen mit gediegenem Silber verbunden, gleichsam aufgewachsen oder sublimirt an dem Hangenden der Gänge.

Die Andes von Bolivia, Peru, Columbien und Mexiko enthalten gleichfalls metallische Ablagerungen, welche die Bergkette entlang laufen. Dieser mächtigen Gebirgskette folgend, findet man in den Graniten, den metallhaltigen Porphyren und den Uebergangsgebilden ganz ähnliche Verhältnisse, wie diejenigen, welche wir in Chile gefunden haben. Die Mitte

dieses Gebirgsstriches und die höchsten Erhebungen desselben bilden die Vulkane, an deren Abhang die Porphyr-, die Quarzmassen, die Kalkgesteine zu finden sind und auf denen die Uebergangsformation ruht und die Metalle einschließt. So die reichen Lager von Potosi in Bolivia, deren Silbermenge so groß ist, daß sie seit den 300 Jahren ihrer Benutzung durch die Europäer 6000 Millionen Dollars an Werth geliefert haben. Aber merkwürdiger Weise hat ihr Reichthum sehr abgenommen, diejenigen Gruben, welche beim Beginn der Bearbeitung 33 bis 35 Prozent des Erzes an reinem Silber ausgaben, sind nach und nach gesunken bis auf 10 Prozent, bis auf 1 Prozent, bis auf 1 pro Mille und sie vermindern sich immer mehr, je tiefer man abwärts steigt, so daß der Werth des Metalles und Erzes jetzt kaum 4 Zehntausendtheile beträgt.

Die Metall führenden Schichten dieses Theils der Andes verlängern sich durch Peru bis zum See Titicaca, d. h. auf mehr als 80 deutsche Meilen. Man findet in dieser Gegend auch Gold führende Quarzgänge und in dem niederen Theile findet man Goldwäschen an den Flüssen, welche die Gold führende Gbbirgsmasse durchbrechen. In Peru zählt man mehr als 600 Silberbergwerke, die bedeutendsten sind die von Pasco, welche 13,000 Fuß über dem Meere und zwar in der Nähe der Quellen des Amazonenflusses liegen.

Die metallischen Ablagerungen der Aequinoktialgegenden von Peru und Bolivia haben einen eigenen Typus, in dem Bassin von Pasco sieht man denselben am Klarsten vor sich. Ein höhlenreiches Quarzgestein von bräunlicher Färbung ist mit Schwefeleisen und oxydirtem Eisen vielfältig durchsetzt, an mehreren Stellen bemerkt man eine schieferartige Textur und hierin parallel mit der Stratifikation des einschließenden Schiefergesteins liegt das Silber theils vererzt, theils gediegen. Die Massen dieser Ablagerungen sind ganz ungeheuer, wenn sie nicht horizontal lägen, würde man sie überaus mächtige Gänge nennen müssen. Unzweifelhaft auch sind sie gleichen Alters mit diesen Gängen, welche man in einem Schiefer von sehr feinem Korn, großer Härte und bedeutendem Glimmergehalt findet. Wo sich in diesen Gängen oder Lagern der Schwefelkies zeigt, ist er gewöhnlich silberhaltig. Die Gänge dehnen sich nicht selten zu weiten Anschwellungen von Erz aus, welche, wenn sie ausgebeutet sind, große Höhlungen hinterlassen, die häufig der Grund der Unglücksfälle sind, welche man so oft zu beklagen hat. Da dieselben nämlich niemals gestützt werden, so stürzen sie über lang oder kurz zusammen, und geschieht es während der Arbeitszeit, so sind natürlich die Leute, welche in der fernen Stolle nach dem Erz graben, abgeschnitten und verschüttet und nur selten gelingt es, ihnen rechtzeitig *Hülfe zu bringen*. Der Inhalt der Gänge und Lager ist fast immer der-

selbe, aber man findet, daß Zutritt von Feuchtigkeit und Luft an manchen Punkten eine solche Veränderung des Gesteins hervorgebracht haben, daß wir es geröstet nennen würden, das Schwefeleisen ist in Eisenoxyd übergegangen, der Schwefel ist verjagt, das Eisen hat Sauerstoff aufgenommen.

An manchen Orten, z. B. in den Bergwerken von Vinchos, findet man den Kalk von Schwefeleisen und Schwefelblei durchdrungen, welche beide so silberreich sind, daß der Centner Erz 1½ bis 3 Pfund Silber liefert, nur leider hindert die Abwesenheit alles Brennmaterials die Ausbeutung dieser Erze. In den Minen von Trinidad, Nostra Virgen ꝛc. findet man ein silberhaltiges Eisenoxyd, welches mit Kupferkies gemengt ist, in den Distrikten von Guipan enthalten dieselben Kalkgesteine, welche das Silber- und das Eisenerz führen, auch noch Zinnober, die Minen von Pasco sollen jährlich 160,000 Pfund geben.

In den Andes von Columbien ist Gold und Platina vorwaltend.

Die Minen von Mexiko, obwohl noch sehr ergiebig, sind doch wegen der ungeheuren Reichthümer, welche Californien zeigt, nach und nach immer mehr vernachlässigt worden, die spanischen Mexikaner sagen, die Formation, in welcher das Gold der Andes von Mexiko sich befinde, sei viel zu hart, um mit Vortheil bearbeitet zu werden, die Formation, in welcher es in Californien gefunden würde, sei bei weitem zugänglicher, es liege dort in den Taschen der reich gewordenen Goldsucher. Diese Formation ist allerdings nicht so schwer zu bearbeiten, eine gute Schlinge, die man dem Reiter um den Hals wirft, oder eine Pistolenkugel eröffnet das Bergwerk seiner Tasche, aber die Goldsucher selbst haben es nicht so leicht und zwar um so viel weniger, als sie keinesweges verstehen, den Gold führenden Sand durch Pochen zu zerkleinern, in Pulver zu verwandeln, dann zu schlemmen, das taubige Gestein zu entfernen und endlich das Gold auf irgend eine Weise, wie z. B. durch Amalgamation, zugute zu machen, ihre Methode besteht lediglich darin, das aufgegrabene Erdreich in Mulden zu bringen, das grobe Gestein mit den Händen herauszusuchen und zu entfernen, das kleinere aber durch Wasser zu sichten, wo alsdann die Goldklumpen, die Goldbohnen und Erbsen und schließlich der Goldsand als das Schwerste zurückbleiben, wobei natürlich die gröberen Körner mit den Fingern herausgesucht, der eigentliche Goldsand oder Goldstaub aber dadurch aus den Mulden geschafft wird, daß man nach Hinwegschlemmen der übrigen Mineralien, des Sandes und Staubes, die Mulden umkehrt und ausklopft, wo dann der Goldstaub auf ein untergelegtes Papier oder ein Tuch fällt.

Welche ungeheuren Massen von Gold hier verloren gehen, kann man sich eigentlich gar nicht vorstellen. Die Möglichkeit liegt vor, daß in jedem

kirschkorngroßen Stücke des Quarzgesteins ein Körnchen Gold verborgen ist. Würde das Gestein gepocht, in Pulver verwandelt werden, so würde dieses natürlich zu gewinnen sein, da man das Gold aber mit den Fingern heraussucht und es durchaus sichtbar vor sich haben will, so geht alles dasjenige verloren, was dieser Bedingung nicht entspricht.

Genau aber so ist es mit der Erbeutung des Goldes in Australien, auch nur das gesehene Gold wird erbeutet, das Auswaschen besteht in nichts weiter als in dem Aufsuchen der Körnchen, welche nach Absonderung des groben Gesteins noch sichtbar sind.

Auf die Lagerstätten des Goldes ist man so wenig in Californien, wie in Neuholland gekommen, in's Deutsche übersetzt heißt dieses nur, man hat diese noch gar nicht aufgesucht, sondern sich begnügt, das zu nehmen, was man fand.

Aufsuchung der Erze.

Dies ist die mühsamste Arbeit oder wenigstens diejenige, welche den Bergmann das mehrste Kopfzerbrechen macht. In früheren Zeiten hatte man dieses leichter. Ein erfahrener, würdiger alter Mann, mit dem ganzen Bergmannswesen innig vertraut, mit Gnomen, Kobolden, neckenden Geistern, sogenannten Nickeln befreundet, gewissermaßen auf du und du mit ihnen, wurde zur Aufsuchung von Erzlagern gewonnen, er nahm eine Wünschelruthe in der Art und Weise, wie wir es in der Figur 1211 unsern Lesern zeigen, beschritt damit die Stelle, von welcher vermuthet wurde, daß sich daselbst Erz fände, und der Mann erhielt über diese Vermuthung Gewißheit, wenn die in der Hand gehaltene Zauberruthe sich neigte, aus seiner Hand abwärts ging, was ein Anzeichen war, daß hier in mehr oder minderer Tiefe Metall liege. Ob durch dieses ganz sichere Mittel Metall gefunden werden sollte oder nicht, lag in der Hand desjenigen, der den Bergmann angeworben. Wurde dieser anständig bezahlt, so fand der Bergmann in der Regel gute Anzeichen von Erz und dieselben zeigten sich bei wiederholter Forschung mehr oder minder deutlich immer nach dem Grade der Generosität des Suchenden. Es ist nicht zu verkennen, daß das vorhandene Metall eine entschiedene Wirkung auf die Wünschelruthe ausübte, unzweifelhaft wenigstens dasjenige, was der Bergmann in Händen hatte.

Die böse neue Zeit hat die Bergleute um das Verdienst gebracht,

t die Bergzüge fortsetzen oder ob sie abbrechen und wo sie abbrechen, m dieses ist ein sehr wesentlicher Gegenstand. Gerade da, wo Lager aufren und andere anfangen, hat eine Spaltung stattgefunden, ist lange ch der Bildung der Bergzüge eine Zerreißung eingetreten und dieses führt erzeit auf die Vermuthung, daß die dadurch entstandene Spalte mitend etwas aufgefüllt sei. Der bloße Spalt ist eine Schlucht und nichts iter, der gefüllte Spalt ist ein Gang und in den Gängen findet man n die Metalle, an solchen Stellen wird der Geologe nun eigentliche Verhe eintreten lassen, er wird bohren oder graben, er wird einen Schacht er einen Stollen treiben und wird sich zu überzeugen suchen, ob hier baurdige Mineralien sind und was für welche, und dann wird der Besitzer s Bodens dazu schreiten können, ein Bergwerk anzulegen.

Man muß sich dabei nicht durch ungünstige Anzeichen irre machen sen, die Gänge enden sehr oft in einer Weise, welche den nicht Erfahrenen isch leiten, man findet mitunter nichts als sogenanntes Ganggestein, kein etall, wenn aber das den Gang füllende Gestein nicht frisch, sondern vielh zersetzt und verändert ist, wenn die Wände des Ganges in Farbe, in stigkeit Veränderungen erlitten haben, so kann man mit ziemlicher Sicherit darauf rechnen, daß hier wirklich ein Erzgang gefunden worden ist.

In diesem Falle wird auch, ohne daß Erz unmittelbar aufgedeckt wird, e Wahrscheinlichkeit vorhanden sein, daß bei weiterem Verfolg dieses anges sich Erze zeigen, und darum geht man dem entdeckten Gang so it als möglich nach und schon das ist ein gutes Zeichen, daß er sich weit rfolgen läßt.

Sehr viel leichter sind alle solche Untersuchungen in den Flözgebirgen, er liegen die Gesteinmassen immer geschichtet über einander, meistens it geringer Neigung, denn ursprünglich waren sie ja alle horizontal und nd nur erhoben durch spätere, plutonische oder vulkanische Ereignisse. Wenn man in solcher Gegend Erzlager aufsucht, so ist das Nächste — Ermittelung solcher Gesteine, unter denen erfahrungsgemäß keine nutzbaren Mineralien vorkommen. Bei Bohrungen geht man immer nur bis auf iese und sobald diese Schicht erreicht worden ist, hört man mit dem Bohren ls einer unfruchtbaren Arbeit auf.

Nicht selten zeigen sich an der Oberfläche selbst beackerter Ländereien, lsteine, welche entweder erzhaltig sind oder von solcher Art, daß sie die Nähe von Erzen oder bauwürdigen Mineralien verrathen. Solche Stücke ennt man Fundstufen und sie sind ein wichtiger Fingerzeig für den Suchenden. Würde man z. B. Kohlenkalkstein finden, so ließe sich daraus hließen, daß irgend wo in der Gegend Steinkohlen lagern müssen; würde an Gyps finden, so läge die Vermuthung nahe, daß Steinsalz zu finden

sei, denn dieses wird in der Regel von Gyps begleitet. Um nun die Li kennen zu lernen, in welcher man das Lager zu suchen hat, bezeichnet n sich diejenige Stelle, an welcher man, wir wollen annehmen, Gyps gefun hat. Man steckt daselbst Stöcke in die Erde, stark genug, um sie noch mehreren hundert Schritt deutlich unterscheiden zu können. Nun übersch man die auf solche Weise bezeichnete Linie und hat darin einen Anhal punkt, einen Fingerzeig, wo man den Gyps und das möglicher Weise ihm eingeschlossene Steinsalz zu suchen habe.

Sind alle Einzelheiten genau genug ermittelt und hat sich ergel daß Erze oder nutzbare Mineralien vorhanden sind, so wird nunmehr n festzustellen sein, ob sie auch bauwürdig sind. Zuvörderst handelt es um die Menge der nutzbaren Mineralien, dabei ist ihr innerer We wohl zu berücksichtigen, denn eine geringe Menge Gold- oder Silber Bleierz ist viel mehr werth, d. h. ist viel bauwürdiger, als eine zehnf größere Menge Eisenerz.

Es wird ferner die Vertheilung zu untersuchen sein. Man k möglicher Weise sehr reiche, sehr bauwürdige Kupfererze, Bleierze 2c. Proben vor sich liegen haben, aber dieselben sind dergestalt in überwieg vielem Ganggestein vertheilt, daß es der Arbeit des Ausbringens nicht lo

Von eben solcher Wichtigkeit ist die Stärke des Ganges, welche n mit dem Namen Mächtigkeit zu bezeichnen pflegt. Auch hier handelt si immer um das Mineral, auf welches gebaut wird. Im Mansfeldisch befindet sich eine Ader von Silbererz, welche nicht viel über 2 Zoll Mächti keit hat, die Förderungsarbeiten sind im höchsten Grade schwierig, m muß von dem tauben Gestein, von dem Hangenden und Liegenden so v weghauen, als erforderlich, daß die Arbeiter sich hier auf der Seite liege bewegen können, die Masse des wegzuhauenden tauben Gesteins ist a 12 Mal so groß als die Masse des zu gewinnenden Erzes und doch die Arbeit reichlich lohnend. Würde man ein Steinkohlenflötz, welc die Dicke hat, wie der Mansfeldische Bau, d. h. welches 2 Fuß Mächtigl zeigt, abbauen wollen, so würde man wahrscheinlich sein ganzes in Anlage gestecktes Kapital verlieren, also auch die Mächtigkeit ist nur e Verhältnißzahl.

Nicht minder wichtig ist die Frage, ob der Erzgang, welcher entde worden, ununterbrochen fortstreicht oder ob er verschiedene Male verworf ist, durchsetzt, von anderen Ereignissen als denjenigen welche ihn schuf aus seiner Stelle gerückt. Jede solche Verrückung bedingt ein neues Au suchen des Ganges, einen neuen Schacht oder Stollen, und dieses ist ste mit Kosten verknüpft, die Frage ist also eine sehr wichtige und dringend Ist das Hauptmineral des Ganges nicht sehr werthvoll, so verringert si

: Bauwürdigkeit desselben im höchsten Grade dadurch, daß der Gang ederholt verschoben ist.

Nichts stellt dem Bergbau größere Hindernisse entgegen als das Wasser d nichts ist zu seinem Betriebe wichtiger als dieses, auch hierauf hat ithin derjenige, welcher eine Gegend bergmännisch untersucht, seine Auf- rksamkeit zu richten. Hat das Thal, in welchem man zu arbeiten beab- htigt, reichliches Wasser an der Oberfläche, einen starken Bach, viel fälle, bietet es die Möglichkeit, diesen Bach durch Eindämmen in einen ich oder See zu verwandeln und sich Wasser als Triebkraft zu beschaffen, ist dieses für die künftige Unternehmung äußerst wichtig. Fehlt dagegen asser an der Oberfläche und findet es sich dafür in der Tiefe, stößt man ien beim Bohren oder bei Versuchsschachten darauf, so ist dieses ein sehr tes Zeichen und es ist rathsam, den Bau zu unterlassen, wenn man ht sehr wohlfeiles Brennmaterial in der Nähe hat, wie etwa Steinkohlen demselben Gebirge, welches man bebauen will.

Werden die Bauten in einer gewissen Höhe eröffnet und findet sich nn Wasser, so ist dieses von bei weitem geringeren Belang, es ist als- nn nämlich möglich, das Wasser durch einen Stollen abzuleiten, man hrt von der Sohle des Thales mit geringer Steigung aufwärts in den rg hinein, auf das Bergwerk zu, um dasselbe von unten her anzuzapfen. olch ein Betrieb ist jederzeit sehr vortheilhaft, denn abgesehen davon, daß das Bergwerk kostenlos vom Wasser befreit (das Anlagekapital des asserstollens abgerechnet), so versorgt er auch das Bergwerk stets mit ischer Luft und nichts ist übler, als der Mangel einer solchen.

Sehr wichtig ist ferner das Vorhandensein oder die Möglichkeit einer ichten Beschaffung der gewöhnlichen Bedürfnisse des Bergbaues und Hütten- triebes, man braucht viel Brennmaterial, man braucht viel Nutzholz zur. uszimmerung der Gänge und Schachte, zur Absteifung und Stützung eiler, ausgehöhlter Räume, man braucht Mauersteine, man muß sich alle forderlichen Schmiedearbeiten leicht verschaffen können, endlich braucht man chtige und erfahrene Bergleute, wo dieses alles nicht in genügender Menge funden wird, steht es von vorn herein um das ganze Unternehmen schlecht.

Der Bergbau.

Die Arbeiten zur Gewinnung der Erze sind höchst verschieden je n der Art des Erzes, welches man zu gewinnen hat, nach der Art des Ga gesteins, worin es enthalten ist und endlich nach der Gebirgsart sel in welcher die Arbeiten getrieben werden müssen. Ob man eine Berg hat, welche große innere Festigkeit zeigt oder eine solche, die sich leicht arbeiten läßt oder endlich eine solche, die dem Arbeiter gewissermaßen e gegen kommt, wie Sand, Kies, Gerölle aller Art, das macht die Ar mehr oder minder schwierig und die Anlage mehr oder minder kostb daher auch die Mittel zur Bewältigung so sehr verschieden sind.

Die leichteste Arbeit ist die gegen Sand und Gerölle gerichtete, a diese Arbeit fordert nicht selten die schwierigsten Nacharbeiten, hat n z. B. einen Schacht oder Stollen in solches Material zu treiben, so ist ganz unerläßlich, denselben entweder durch Gemäuer oder durch Holzwä zu stützen, ohne welche Vorsicht der ganze Bau hinter den Arbeitern sammenfällt und diese gewöhnlich verhungert oder erstickt sind, bevor m durch Ausräumen der verschütteten Striche zu ihnen gelangen kann.

Die Arbeiten in mäßig hartem Gestein werden mit dem stählern Meißel und dem Hammer getrieben, man umgrenzt so große Räumli keiten, als man frei haben will, treibt eine Rinne in diese Umgrenzu und sprengt nach dieser hin immer möglichst große Stücke ab, welche m hinter sich wirft. Auf diese Art schreitet man zwar immer vorwärts, b nur sehr langsam.

Sind die zu gewinnenden Substanzen irgend wie geschichtet, wie dies z. B. bei den Steinkohlen der Fall ist, oder bilden sie große, zusammenhä gende Massen, von denen man zwar gern so große Stücke hätte, als mögli indessen doch auch gleichzeitig die kleinen Stücke benutzbar sind, wie z. beim Steinsalz, so kommt es nicht darauf an, nur einen beschränkten Rau leer zu hauen, wie bei einem Schacht, sondern man will so viel als mögli von der ganzen Masse Gebrauch machen und dann pflegt man die Arb treppenförmig vorzunehmen, wodurch sich die Möglichkeit ergiebt, imm von Neuem solche Treppenstufen abzusprengen, ferner aber durch eben die Absprengung neue Stufen zu gewinnen, die wieder abgesprengt werd sollen.

Endlich ist das Sprengen mittelst Pulver noch eine der wichtigst Arbeiten. Man pflegt dieses Mittel in der Regel nur da anzuwende wo man sehr festes Gestein vor sich hat und wo es auf die Regelmäßigk

in der Gestalt der Aushöhlung nicht ankommt. Einen Stollen gewöhnlicher Art durch Sprengung zu bilden ist beinahe unmöglich, hat man aber einen Kanal zu treiben, welcher vielleicht 200 oder mehr Quadratfuß Durchschnitt erhalten soll, wie z. B. um einen unterirdischen schiffbaren Kanal zu erhalten, so kann man sich sehr wohl dieses Mittels bedienen.

Die Arbeit selbst ist die ganz gewöhnliche, jedem Steinhauer wohlbekannte, mittelst eines Meißels mit stählerner, wohlgehärteter Kante, welche man auf die Stelle setzt, auf welcher das Bohrloch gemacht werden soll, und mittelst eines eisernen Hammers mit ziemlich kurzem Stiel treibt man selbst in Granit ein Bohrloch in jeder Minute einen Zoll tief. Soll das Bohrloch übrigens ein paar Zoll Weite haben, so wird verhältnißmäßig viel mehr Kraft und viel mehr Zeit erfordert, als bei einem solchen von nur einem Zoll Durchmesser.

Nachdem man das Bohrloch erforderlich tief getrieben hat, wird Pulver, gewöhnlich grobes Kanonenpulver mittelst einer Patrone hinein gebracht, so daß es ganz im Grunde des Bohrloches sitzt, man steckt nunmehr eine starke Nadel von Eisen in die Patrone und schließt das Loch dadurch, daß man trockene Lehmstücke möglichst kleingeschlagen hinein schüttet und durch den Ladestock mäßig fest drückt. Die während der Besetzung häufig gedrehte und bewegte Raumnadel wird nunmehr herausgezogen und in die dadurch entstandene Höhlung wird der Zünder eingeführt, das frei herabhängende Ende desselben wird angezündet und der Arbeiter entflieht nunmehr so schnell er kann und sucht sich in Sicherheit zu bringen.

Sobald der Schuß erfolgt ist und die dadurch entstandene verdorbene Luft sich verzogen hat, nähert sich der Arbeiter wieder, räumt das losgesprengte Gestein fort und beginnt seine Arbeit dann von Neuem.

In sehr festem Gestein, wie z. B. Granit, Marmor, ist die Arbeit in der Regel gefahrlos, will der Arbeitsmann jedoch sein Geschäft sehr fördern, große Massen lösen und dadurch seinen Gewinn, seinen Arbeitslohn erhöhen, macht er daher Bohrlöcher von beträchtlicher Weite und Tiefe und macht er in nothwendiger Folge dieser Anordnung die Pulverladung sehr stark, so können dadurch so tiefgreifende Erschütterungen hervorgebracht werden, daß Gesteinmassen vom Gewölbe herabstürzen wo man es nicht mehr erwartet und dies freilich ist sehr gefährlich.

Das Besetzen der Bohrlöcher hat seine Schwierigkeiten: wird es nicht gehörig vorgenommen, so wird nicht das Gestein gesprengt, sondern der Pfropf wird herausgeworfen. Hiergegen soll ein sehr sicheres Mittel sein, das Bohrloch lediglich mit trockenem Sande zu besetzen. Man steckt in die gebohrte Oeffnung die Patrone, setzt darauf ein sehr dünnes Stückchen Schilfrohr mit Schießpulver gefüllt, so daß es bis in die Patrone hinein

reicht und nunmehr schüttet man langsam Sand umher, welchen man endlich ganz oben durch einen Klumpen Lehm festdämmet. An das Rohr wird alsdann ein langsam brennender Zündfaden gelegt, welcher dem Arbeiter gestattet, sich zu entfernen und in Sicherheit zu gelangen. Die Sprengung erfolgt nunmehr auf die gewöhnliche Weise.

Es drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob dieser Sandcylinder nicht jedenfalls aus dem Bohrloch geworfen werden müsse. Die Antwort ist: ohne Zweifel würde dieses geschehen, wenn der Sand nicht durch einen zähen Lehmklumpen bedeckt wäre. Nun aber kann bei der Sprengung die oberste Sandschicht nicht entweichen, eben so wenig jede weiter abwärts gelegene. Da der Sand aber an sich beweglich und aus vielkantigen und runden Körnern bestehend ist, so setzt sich durch den gewaltthätigen Druck von unten, welchem oben nicht nachgegeben wird, der Sand seitwärts fest, es verkeilen sich die Körner solchergestalt in einander und seitwärts, daß man nach der Sprengung Stücke des Rohrs findet, in denen der locker gewesene trockene Sand so fest sitzt, als wäre er selbst ein Stück des Gesteins und die Festigkeit, die er erlangt hat, muß auch in der That eine sehr große sein, da selbst die heftige Erschütterung des Zerspringens der Gesteinmasse und das Umherschleudern und Niederfallen ihn nicht hat trennen können von der umgebenden Steinmasse.

Die außerordentliche Vervollkommnung, welche in den letzten Jahrzehnten unsere elektrischen Apparate erfahren haben, hat auf den Gedanken geführt, die Entzündung des Sprengpulvers in den Bohrlöchern durch Elektricität zu bewirken, und es ist dies in der That und bis zum Bewunderungswürdigen gelungen, mittelst der galvanischen Batterie hat man jene Pulverladungen gesprengt, welche die mächtige Klippe bei Dover, die der Eisenbahn von London im Wege war, beseitigt. Was hier im größten Maßstabe gelang, ist bei Festungsbauten, Minensprengungen, Eisstopfungen häufig wiederholt worden und es hat zu dem Resultat geführt, die elektrische Zündung als die beste und sicherste anzusehen, aber merkwürdiger Weise hat man die Berührungselektricität verlassen und sich wieder zur Reibungselektricität gewendet.

Die Sache wird so ausgeführt, daß man eine sehr starke Flasche oder eine mäßige Batterie, welche durch eine Elektrisirmaschine geladen worden ist, mittelst eines Drahtes, der innerhalb der Pulvermasse durchschnitten ist, entladet, da, wo die vollständige Leitung fehlt, d. h. also gerade da, wo der Draht durchschnitten ist, entsteht eine Funke und dieser zündet das Pulver an, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß ein Stück der Leitung aus einem nassen Bindfaden bestehe. Dieser nasse Faden, welcher ein viel schlechterer Leiter ist, als das Metall, verzögert die Entladung und giebt

es der Gestalt der Aushöhlung nicht ankommt. Einen Stollen gewöhnlicher Art durch Sprengung zu bilden ist beinahe unmöglich, hat man aber einen Kanal zu treiben, welcher vielleicht 200 oder mehr Quadratfuß Durchschnitt erhalten soll, wie z. B. um einen unterirdischen schiffbaren Kanal zu erhalten, so kann man sich sehr wohl dieses Mittels bedienen.

Die Arbeit selbst ist die ganz gewöhnliche, jedem Steinhauer wohlbekannte, mittelst eines Meißels mit stählerner, wohlgehärteter Kante, welche man auf die Stelle setzt, auf welcher das Bohrloch gemacht werden soll, und mittelst eines eisernen Hammers mit ziemlich kurzem Stiel treibt man selbst in Granit ein Bohrloch in jeder Minute einen Zoll tief. Soll das Bohrloch übrigens ein paar Zoll Weite haben, so wird verhältnißmäßig viel mehr Kraft und viel mehr Zeit erfordert, als bei einem solchen von nur einem Zoll Durchmesser.

Nachdem man das Bohrloch erforderlich tief getrieben hat, wird Pulver, gewöhnlich grobes Kanonenpulver mittelst einer Patrone hinein gebracht, so daß es ganz im Grunde des Bohrloches sitzt, man steckt nunmehr eine starke Nadel von Eisen in die Patrone und schließt das Loch dadurch, daß man trockene Lehmstücke möglichst kleingeschlagen hinein schüttet und durch den Ladestock mäßig fest drückt. Die während der Besetzung häufig gedrehte und bewegte Raumnadel wird nunmehr herausgezogen und in die dadurch entstandene Höhlung wird der Zünder eingeführt, das frei herabhängende Ende desselben wird angezündet und der Arbeiter entflieht nunmehr so schnell er kann und sucht sich in Sicherheit zu bringen.

Sobald der Schuß erfolgt ist und die dadurch entstandene verdorbene Luft sich verzogen hat, nähert sich der Arbeiter wieder, räumt das losgesprengte Gestein fort und beginnt seine Arbeit dann von Neuem.

In sehr festem Gestein, wie z. B. Granit, Marmor, ist die Arbeit in der Regel gefahrlos, will der Arbeitsmann jedoch sein Geschäft sehr fördern, große Massen lösen und dadurch seinen Gewinn, seinen Arbeitslohn erhöhen, macht er daher Bohrlöcher von beträchtlicher Weite und Tiefe und macht er in nothwendiger Folge dieser Anordnung die Pulverladung sehr stark, so können dadurch so tiefgreifende Erschütterungen hervorgebracht werden, daß Gesteinmassen vom Gewölbe herabstürzen wo man es nicht mehr erwartet und dies freilich ist sehr gefährlich.

Das Besetzen der Bohrlöcher hat seine Schwierigkeiten: wird es nicht gehörig vorgenommen, so wird nicht das Gestein gesprengt, sondern der Pfropf wird herausgeworfen. Hiergegen soll ein sehr sicheres Mittel sein, das Bohrloch lediglich mit trockenem Sande zu besetzen. Man steckt in die gebohrte Oeffnung die Patrone, setzt darauf ein sehr dünnes Stückchen Schilfrohr mit Schießpulver gefüllt, so daß es bis in die Patrone hinein

reicht und nunmehr schüttet man langsam Sand umher, welchen man endlich ganz oben durch einen Klumpen Lehm festdämmet. An das Rohr wird alsdann ein langsam brennender Zündfaden gelegt, welcher dem Arbeiter gestattet, sich zu entfernen und in Sicherheit zu gelangen. Die Sprengung erfolgt nunmehr auf die gewöhnliche Weise.

Es drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob dieser Sandcylinder nicht jedenfalls aus dem Bohrloch geworfen werden müsse. Die Antwort ist: ohne Zweifel würde dieses geschehen, wenn der Sand nicht durch einen zähen Lehmklumpen bedeckt wäre. Nun aber kann bei der Sprengung die oberste Sandschicht nicht entweichen, eben so wenig jede weiter abwärts gelegene. Da der Sand aber an sich beweglich und aus vielkantigen und runden Körnern bestehend ist, so setzt sich durch den gewaltthätigen Druck von unten, welchem oben nicht nachgegeben wird, der Sand seitwärts fest, es verkeilen sich die Körner solchergestalt in einander und seitwärts, daß man nach der Sprengung Stücke des Rohrs findet, in denen der locker gewesene trockene Sand so fest sitzt, als wäre er selbst ein Stück des Gesteins und die Festigkeit, die er erlangt hat, muß auch in der That eine sehr große sein, da selbst die heftige Erschütterung des Zerspringens der Gesteinmasse und das Umherschleudern und Niederfallen ihn nicht hat trennen können von der umgebenden Steinmasse.

Die außerordentliche Vervollkommnung, welche in den letzten Jahrzehnten unsere elektrischen Apparate erfahren haben, hat auf den Gedanken geführt, die Entzündung des Sprengpulvers in den Bohrlöchern durch Elektricität zu bewirken, und es ist dies in der That und bis zum Bewunderungswürdigen gelungen, mittelst der galvanischen Batterie hat man jene Pulverladungen gesprengt, welche die mächtige Klippe bei Dover, die der Eisenbahn von London im Wege war, beseitigt. Was hier im größten Maßstabe gelang, ist bei Festungsbauten, Minensprengungen, Eisstopfungen häufig wiederholt worden und es hat zu dem Resultat geführt, die elektrische Zündung als die beste und sicherste anzusehen, aber merkwürdiger Weise hat man die Berührungselektricität verlassen und sich wieder zur Reibungselektricität gewendet.

Die Sache wird so ausgeführt, daß man eine sehr starke Flasche oder eine mäßige Batterie, welche durch eine Elektrisirmaschine geladen worden ist, mittelst eines Drahtes, der innerhalb der Pulvermasse durchschnitten ist, entladet, da, wo die vollständige Leitung fehlt, d. h. also gerade da, wo der Draht durchschnitten ist, entsteht eine Funke und dieser zündet das Pulver an, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß ein Stück der Leitung aus einem nassen Bindfaden bestehe. Dieser nasse Faden, welcher ein viel *schlechterer Leiter ist*, als das Metall, verzögert die Entladung und giebt

ühr, die sonst instantan ist, eine gewisse Dauer, wenn auch nur eine geringe, der unmeßbare Augenblick der Entladung wird zu einem meßbaren Zeitraum und hierdurch ist die Möglichkeit, das Pulver zu entzünden, gegeben.

Die Vortheile einer Entzündung durch Elektricität sind sehr mannigfach und sehr bedeutend. Die Entzündung kann aus bedeutender Entfernung und mit großer Sicherheit bewerkstelligt werden. Ist die Entladung der Flasche erfolgt, so findet auch die Sprengung in demselben Augenblicke statt. Es ist möglich, daß die Entladung keine Sprengung zur Folge hatte, vielleicht, weil sie nicht stark genug war, oder weil man die Länge des nassen Fadens nicht gehörig bemessen hatte. In diesem Falle (wenn also die Sprengung nicht erfolgt ist) kann man sich ohne Sorge der Stätte, wo sie hat vorgehen sollen, nähern, es findet nach einmal erfolgter Entladung keine nachträgliche Zündung statt, wie dieses gar nicht selten der Fall ist, wenn man durch ein Zündrohr zu dem Schusse gelangen will; man ladet die Batterie oder Flasche noch einmal und kann nunmehr des Erfolges ziemlich gewiß sein, sollte es aber nicht der Fall sein, untersuchen, wo der Fehler liegt und ihn verbessern. Alles ordentlich und der Natur der Sache gemäß, wird übrigens ein Fehlschlagen der Entzündung niemals eintreten.

Sehr wesentlich ist, daß man beim Besetzen des Bohrloches keine Raumnadel braucht, eine Selbstentzündung durch Feuerreißen also schon nicht statthaben kann und daß zweitens keine Zündspur offen bleibt, kein Zündloch, durch welches immer eine beträchtliche Menge von Dämpfen entweicht wodurch die Wirkung des Schusses vermindert wird.

Es ist auf diesem Wege möglich, ja es ist sogar ganz leicht, mehrere Sprenglöcher auf einmal in Brand zu setzen, was immer zur Folge hat, daß sie ihre Wirkung gegenseitig unterstützen, mit keinem andern Zündungsmittel vermag man dies zu erreichen und selbst die galvanische Batterie giebt es nur annäherungsweise, man hat bis jetzt noch nicht mehr als 6 Schüsse gleichzeitig entzünden können, die Entladung einer elektrischen Batterie von 5 bis 6 Quadratfuß Oberfläche gestattet aber 50 Schüsse zugleich zu entzünden.

Abgesehen davon, daß die Wirkung solcher gemeinsamen Entladungen viel größer ist, als wenn sie in Pausen auf einander folgen, ist noch nicht zu übersehen, daß schon das Anzünden des zweiten Schusses unsicher, das des dritten aber beinahe unmöglich wird, indem sich so viel Rauch entwickelt, daß der Arbeiter nichts mehr sehen, die Zündschnüre nicht mehr finden kann.

Man liebt den Gebrauch der Elektrisirmaschine, weil dieselbe im Bergwerke eben so gut wirkt, als an jedem anderen Ort, und weil sie leicht

zu behandeln ist. Der Verfasser erlaubt sich hiergegen einen leisen Zweifel. Die Temperatur des Bergwerks ist in der Regel Kellertemperatur und die Luft ist in der Regel feucht, wie die des Kellers, beides sind nicht günstige Bedingungen für die Erregung von Elektricität, die Maschine ist ferner von Glas und sie soll von einem Bergmanne gedreht werden, dieser wird allerdings seinen Haspel an der Mündung des Schachtes mit vielem Glück in Bewegung setzen, ob er es aber auch mit der etwas zärtlicher gebauten Elektrisirmaschine so gut bewerkstelligen wird, ist sehr fraglich. Die Zusammenstellung der Drähte innerhalb der Patrone und die Abmessung der feuchten Schnur fordert übrigens einen geschickten Mechaniker oder Physiker, beides pflegen die Bergleute im Allgemeinen nicht zu sein.

Wenn die Schüsse erfolgt sind, müssen die Bergleute den Platz aufräumen, dies darf jedoch erst geschehen, wenn, wie wir bereits bemerkt haben, die ganze Wirkung vorüber und die Nachbröckelung des locker gewordenen Gesteins beendet ist, dann aber muß der Bergmann mit dem Meißel und der Keilhaue sehr häufig erst die Arbeit vollenden, welche der Schuß begonnen hat, es muß das losgetrennte, das von der Felsmasse abgesprengte Gestein, welches noch an der größeren Masse hängt, durch den Meißel getrennt werden, eine nicht immer gefahrlose Arbeit, weil Niemand weiß, was hinter dem abgesprengten Gestein steckt.

Noch eine Methode, in das Gestein einzudringen, es zu bewältigen und aus dem Wege zu schaffen, ist das sogenannte Feuersetzen. Bei allen harten und spröden Körpern wirkt einseitige Erhitzung zerstörend, bei unseren Kunstgegenständen von Stein, z. B. bei Porzellan und Glas müssen sehr tiefdringende künstliche Mittel angewendet werden, um diesem allgemeinen Gesetz entgegenzuarbeiten, eine Porzellantasse läßt sich mit kochendem Thee füllen, ohne zu zerspringen, wollte man aber auf eine Marmortafel plötzlich kochendes Wasser gießen, so würde diese unzweifelhaft in mehrere Stücke reißen.

Auf diese Erfahrung gestützt, hat man schon lange das Feuer benutzt, um Gestein mürbe zu machen, die Arbeit heißt das Feuersetzen und sie ist vor Erfindung des Pulvers in den mehrsten Bergwerken üblich gewesen, jetzt bedient man sich dieser Methode nur, wo man sehr festes Gestein, sehr wohlfeiles Brennmaterial und sehr reichlichen Luftwechsel hat. [illegible] Mineralien, gegen welche man das Feuersetzen anwendet, sind [illegible] Quarzfels, Hornstein, Hornblende, Magneteisenstein, derber [illegible] Schwefelkies.

Der Bau, in dem dieses Feuersetzen ausgeführt [illegible]
eng sein, weil sonst ein genügend großes Feuer [illegible]
wo man es anwendet, darf übrigens das [illegible]

halten, welche durch Verflüchtigung nachtheilig auf die Arbeiter wirken, wie z. B. Arsenik und Schwefel. Das Gestein muß trocken sein, weil die Nässe die Hauptwirkung des Feuers aufhebt.

Man bedient sich dieser Methode noch im Rammelsberge am Harz, um jedoch den Bergleuten dadurch nicht beschwerlich zu werden, brennt man nur einmal in der Woche und zwar Sonnabends, nachdem die Bergleute den Bau verlassen haben und nur die zur Wartung des Feuers nöthigen zurückbleiben.

Das Hauptstück beim Feuersetzen ist die sogenannte Prägelkatze, ein eiserner, auf mehreren Füßen stehender Rost mit großen eisernen Blechtafeln umgeben, so daß er einen Kasten bildet, welcher 3 Fuß, auch darüber lang ist, nahezu eben so breit und vorn bei der Oeffnung halb so hoch.

In dieses Gestelle bringt man trockenes, harzreiches Holz, welches eine lebhafte Flamme giebt, die Oeffnung des Gestelles richtet man gegen die Wand, die angegriffen werden soll, die Arbeiter haben lange eiserne Stangen, mittelst deren sie das Feuer und die ganze Prägelkatze regieren, sie haben ferner eiserne, an der Spitze verstählte Stangen, mittelst deren sie dasjenige Gestein von der Felsmasse lösen, welches durch das Feuer in Form von Schalen abgesprengt worden ist.

Die losgelösten Stücke müssen sogleich fortgeschafft werden, damit das Feuer immer neue Berührungspunkte finde. Man setzt die Arbeit an derselben Stelle gern so lange als möglich fort, da das zweite Feuer mehr Wirkung hat, als das erste, und jedes folgende überhaupt mehr als das vorhergehende, mithin (und das ist die Hauptsache) in kürzerer Zeit das Gestein mürbe macht.

Die Stärke des Feuers muß sich durchaus nach den vorhandenen Räumlichkeiten richten. Hat man nur wenig, nur eben ausreichenden Luftzug, so ist man nothgedrungen auf kleines Feuer angewiesen, hat man dagegen ein Bergwerk, welches sowohl einen Schacht, als auch einen in der Tiefe des Bergwerks verlaufenden, an das Tageslicht ausgehenden Stollen zeigt, so ist ein stets genügender Luftstrom vorhanden und man kann große Feuerungen geben.

Der Brand kann gerichtet sein gegen eine Seite des Bergwerks, des Raumes, den man vergrößern will, in diesem Falle muß man das Feuer so zu leiten wissen, daß es genau diejenige Stelle trifft, welche man der Hitze vorzugsweise auszusetzen beabsichtigt und dazu ist die Prägelkatze beinahe unerläßlich, sie leitet durch ihre innere Einrichtung den Strom der Flamme nach der Seite und kann so gestellt werden, daß sie die verlangte Fläche trifft. Der Firstbrand ist derjenige, der die Decke, das Hangende der Höhlung angreift, hier wird wiederum die Prägelkatze niemals ange-

wendet. Man errichtet sich aus den Trümmern des abgesprengten Gesteins Pfeiler, auf welche man Eisenstangen legt, die wiederum das Holz tragen oder man macht das trockene Gemäuer gerade so breit und lang, als man den Scheiterhaufen haben will, setzt ihn alsdann aber so locker als möglich, damit genügend Luft durch die Zwischenräume zu dem Gemäuer treten könne. Wenn man Roststäbe anwendet, so ist eine solche Vorsicht nicht nöthig, denn alsdann ist unter diesen ein freier, leerer Raum vorhanden, durch welchen die Luft zu dem Feuer gelangen kann und in welchen hinab die Asche sinkt. Pfeiler oder Steinhaufen müssen so hoch aufgeschichtet werden, daß die Spitzen der Flammen sich an dem zu lösenden Gestein brechen. Diese Art der Anwendung des Feuers ist die allerwirksamste, weil überhaupt die Flamme aufwärts schlägt und dorthin das erhitzte und glühende Gas, die mitgerissene glühende Kohle steigt und ihre Hitze auf das wirksamste an das Gestein abgeben kann.

Umgekehrt verhält es sich mit der Anwendung des Feuers gegen die Sohle. Das Feuer wird auf derjenigen Stelle gemacht, welche man zertrümmern will, es ergiebt sich von selbst, daß die Wirkung desselben nur eine geringe sein könne, sie hat ferner noch die Unbequemlichkeit, daß man jederzeit das Feuer ganz von der angegriffenen Stelle entfernen muß, bevor es möglich wird, an die immer nur schwach erhitzte Sohle zu kommen. Aus diesem Grunde hat man den sogenannten Sohlenbrand aufgegeben, wie man denn überhaupt von diesem Zertrümmerungsmittel nur noch so wenig als möglich Gebrauch macht.

Die Art und Weise, wie man zu den Erzen gelangen soll, hat ihre großen Verschiedenheiten und daher hat man auch sehr verschiedene Mittel, um dieses Ziel zu erreichen, das Einfachste wird jedenfalls sein, wenn man irgend wie das Erz von Außen angreifen kann, man nennt dergleichen Bergwerke Tagebauten, sie sind die allerwohlfeilsten und sie kommen sogar viel häufiger vor als man glaubt, nicht etwa allein bei Torf, Braunkohlen, Steinkohlen, sondern bei mancherlei Erzen; die Zinnseifen, die Gold- und Platinawäschen sind immer Tagebauten, in Schweden aber und auf der Insel Elba hat man gewaltige Eisenlager, die dergestalt zu Tage ausgehen, daß man daselbst (d. h. bei diesen einzelnen Bergwerken) noch gar nicht daran gedacht hat, Schachte oder Stellen oder ähnliche Förderungs[illegible] anzuwenden.

Am Einfachsten stellt man sich einen Tagebau so vor, [illegible]
Steinbruch, der Marmor, der Lehm, Granit vertritt d
des Erzes, er ist dasjenige, was man gewinnen will
dazu, indem man die Erde, das Gerölle oder Gest
den Schichten hinwegnimmt, bis man zu dem

will, gelangt. In unseren Ländern sind am häufigsten die Sandsteinbrüche, aber auch Kalkstein mancher Art wird in großen Massen gewonnen, die Rüdersdorfer Kalkberge liefern solche Tagebauten in ziemlich großem Maßstabe, sie sind seit 5 Jahrhunderten bebaut, jährlich werden mehrere Tausende von Kahnladungen daraus fortgeschafft, man kann sich also schon hieraus ein Bild von der Großartigkeit der Anlage machen. Es liegt in der Natur der Sache, daß die Ausdehnung solchen Steinbruches sehr viel bedeutender sei, als die eines Erzbergwerks, denn bei dem letzteren ist es nur der metallische Inhalt des Ganges oder der Erzader, auf welche die Aufmerksamkeit des Bergmanns gerichtet ist, bei den Steinbrüchen dagegen ist es überhaupt das ganze Gestein, welches zum Häuserbau, Brückenbau, Straßenbau ꝛc. verwendet werden soll und hiervon wird natürlich unendlich mehr verwendet, als von dem Metall, daher die Höhlungen viel großartiger sind.

Einen Begriff vom Tagebau giebt ferner jede Lehmgrube und jeder Torfstich, dasjenige, was das verlangte Material bedeckt, muß zuerst bei Seite geschafft werden, man nennt dieses den Abraum, die Masse desselben kann möglicher Weise so groß sein, daß das ganze Unternehmen seine praktische Ausführbarkeit verliert, Torf z. B. ist ein so wohlfeiles Material, daß wenn er 12 Fuß hoch mit Erde und Gerölle bedeckt wäre, kein Mensch daran denken würde, ihn zu verwerthen. Anders ist es schon mit den Braunkohlen, diese sind höher im Preise, können mithin eine gewisse Ausgabe für Arbeit tragen und doch noch dem Besitzer des Unternehmens eine schöne Rente abwerfen, wenn nun aber vollends Steinsalz so zu Tage geht, wie im Thale von Cardonne in den Pyrenäen, so darf man ein paar Klafter Abraum nicht in Betracht ziehen.

Zwei große mächtige Salzmassen, durch ihre Basis vereinigt, verlaufen in den Bergen von Cardonne, das dem Thal seinen Namen giebt, auf ganz unbestimmte Strecken. Die eine dieser Massen in der Länge von 800 und in der Mächtigkeit von 300 Fuß ausgebeutet und von noch nicht ermessener Tiefe, besteht aus schieferartig gelagertem Steinsalz, welches in acht fast genau horizontalen Lagern, durch rothen Mergel geschieden, über einander liegt.

Der Tagbau wird treppenförmig geführt. Würde das Steinsalz nicht gerade so liegen, wie es zufälliger Weise hier der Fall ist, so würde man eine solche Abstufung künstlich hervorbringen, um mit größerer Bequemlichkeit zu jedem einzelnen Lager gelangen zu können.

Der Abraum wird durch Karren bei Seite geschafft. Es kommt dabei darauf an, ob man die abgeräumte Stelle bald ausbeuten wird. In diesem Falle wirft man den Abraum nur mit der Schaufel auf die Seite

und sobald man das Gestein, das Erz, was es auch sei, aus dieser Stelle herausgeholt hat und durch Bloslegung einer neuen Strecke weiter schreitet, so wirft man den Abraum in die von dem Mineral entblößte Stelle, es ist die wohlfeilste Art, sich seiner zu entledigen, aber sie setzt voraus, daß sowohl die Masse des Abraumes, als auch die Masse des zu gewinnenden Minerals nicht groß sei.

Sind diese Voraussetzungen nicht richtig, werden die Tagbauten ausgedehnt, ist die Menge des zu gewinnenden Minerals groß und geht man dabei in die Tiefe, so macht der Abraum viel Unbequemlichkeiten. Man muß denselben ziemlich weit fortschaffen, damit er nicht das Bergwerk erdrücke, man muß dazu Platz kaufen und das Anhäufen des Abraumes zu immer größeren Hügeln wird etwas sehr Kostspieliges. Anders ist es, wenn man den Abraum ohne Weiteres bergab stürzen kann, dann braucht wenigstens der Arbeiter nicht beschwerliche Wege zu der Höhe seines künstlichen Hügels zu machen, sondern er fährt mit seinem Karren horizontal, kehrt ihn oben um und füllt nach und nach ein Thal auf.

In diesem Falle aber muß man fragen, ob nicht ein Bach hierdurch zugedämmt und gefährlich angespannt werden wird, bei den Steinbrüchen in der Nähe der Stadt Stuttgart sind einzelne kleine Thäler so vollständig aufgefüllt worden, daß sie eine ebene Thalsohle erlangt haben, hierbei ist erforderlich gewesen, den Lauf der kleinen Bäche in ihrer ganzen Länge stark zu überwölben.

Wo die Bevölkerung übermäßig groß ist, pflegt man solch' eine neugebildete Thalsohle mit Sand, mit Thon, mit Mergel zu überfahren, um eine Schicht tragbaren Bodens auf die Steinbröckel zu bringen, aber allerdings kann man dies nicht als eine für Geld auszuführende Unternehmung betrachten, ein so gewonnenes Mergelland würde vielleicht zehnmal mehr Tagelohn kosten, als wenn man das theuerste Gartenland für baar Geld kaufte. Es wird daher solche Arbeit gewöhnlich von den Tagelöhnern selbst, welche an dem Steinbruch arbeiten, in ihren Feierstunden vollführt und sie werden dabei von Frau und Kind unterstützt, so daß ihnen die Arbeit, die sie daran wenden, das Grundstück erwirbt, und diese Arbeit, für sich selbst ausgeführt, rechnen die Leute in der Regel nicht. So entsteht ein kleines Gärtchen von ein paar Quadratruthen Größe, welches im nächsten Jahre sich ausdehnt bis zur doppelten Zahl u. s. f.

Bei diesen Tagbauten sucht man immer so niedrig anzufangen, [illegible]
möglich, um in der Thalsohle einen Weg zu haben, auf welchem
Erze fortschaffen und zu weiterem Transport bringen kann.
dem Bau höher angefangen, so geht man nach und nach [illegible]
weiter abwärts, um endlich das Thal oder die [illegible]

Ist das Erz in einem Stock vereinigt, so sucht man den Abraum auf die Seitenwände zu bringen, damit man nicht gehindert werde, den ganzen Stock auszubeuten, wenn man dieses beabsichtigt, müssen übrigens die Wände untersucht werden, um zu erfahren, ob sie auch feststehen und den Abraum tragen können. Ist dieses nicht der Fall, so darf man ihnen natürlich keine neue Last aufbürden, es würde der Bau zusammenstürzen und vielleicht viele Menschenleben fordern.

Aus dieser Ursache macht man auch schon die Wände des Tagbaues nicht vertikal, sondern immer nach Außen geneigt. Wer nicht so handelt, verräth schonungslosen Geiz, er will mit möglichst geringen Kosten, möglichst viel des werthvollen Gesteins gewinnen und fragt deshalb nicht nach der Gefahr für seine Arbeiter.

Allerdings bilden die Abraumarbeiten den kostbarsten Theil des Tagebaues, sie fordern die mehrsten Kräfte und den größten Aufwand, aber man kann durch vernünftiges Ineinandergreifen der Arbeiten sehr viel fördern mit mäßigen Mitteln.

Die Arbeiten beim Abraumen theilen sich in das Aufhacken, in das Füllen der Gefäße und in das Wegfahren und es müssen die dazu angestellten Leute in solcher Anzahl vorhanden sein, daß ihre Arbeit immer genau in gleicher Zeit fertig werde, nehmen wir als einfachstes Beispiel an, daß zwei Personen mit dem Auflockern, mit dem Loshacken der Decke beschäftigt sind und eine Person genügt, um die Gefäße mit dem Abraum zu füllen. Die Strecke, nach welcher hin die unbrauchbare Masse geführt werden solle, wird nunmehr bestimmen, wie viel Männer mit Karren erforderlich sind, um in derselben Zeit, in welcher zwei Männer Abraum loshacken und ein Mann Karren mit dem Abraum füllt, eine gleiche Anzahl solcher Karren fortzuschaffen. Ist die Strecke groß, so wird man vielleicht zehn Menschen brauchen, um dasjenige zu transportiren, was zwei losgehackt haben. Ist die Strecke sehr gering, kurz, so ist es möglich, daß schon ein Mann das Erforderliche leistet. Greifen die Arbeiten so in einander, hacken zehn Mann das Gestein auf, füllen fünf Mann die Karren, fördern zehn oder funfzehn Mann den Abraum ununterbrochen, so läßt sich gewaltig viel bewältigen, allein man sieht auch gleichzeitig, daß fünfundzwanzig bis dreißig Personen bei der Arbeit beschäftigt sind, was täglich 12 bis 15 Thaler kosten kann. Es darf also nicht vernachlässigt werden, zu berechnen, ob der Gewinn den Ausgaben proportional sei.

Erhält man bei dem Niedertreiben des Tagebaues Quellwasser, so darf man nicht vernachlässigen, demselben sofort eine Bahn zu verschaffen und zwar eine möglichst tiefe und rasch sinkende, damit der Bau trocken bleibe.

Ein Beispiel des Tagebaues auf Kohle und auf Eisenerz zugleich giebt das Bergwerk von Tregebar in Wales (England). Hier liegen Kohlenflötze schichtweise wechselnd mit Thon, in welchem Thoneisenstein (Sphaerosiderit) in nierenförmigen Stücken enthalten ist. Die Lager von Kohle sind nicht stark, sind jedoch vollständig ausreichend, um den Eisenstein zu schmelzen, man legt nun die Kohlenschicht blos in eine so breite Front als irgend möglich und geht vom Thale aus in den Berg hinein, alles an Kohlen wegnehmend, was zu erlangen ist. Es entsteht hierdurch ein tiefer Einschnitt in den Berg, damit derselbe nicht nachstürze, wird er gestützt, entweder indem man hölzerne Säulen untersetzt oder indem man aus dem tauben Gestein möglichst dicke Pfeiler aufmauert.

Man dringt immer weiter in den Berg hinein bis auf hundert und mehr Fuß, dann beginnt man von hinten her die Pfeiler oder hölzernen Ständer, Stempel wegzuschaffen, diese letzteren haben Geldwerth, man sucht sie daher zum Bergwerk herauszuziehen und nennt diese Arbeit den Stempelraub, sie ist die gefährlichste beim ganzen Bau, denn man weiß keinen Augenblick, wie lange der bisher gestützte Berg halten wird, man weiß nicht, in welchem Augenblick er zusammenstürzt. Nach dergleichen wird aber namentlich von den engländischen Bergwerksbesitzern gar nicht gefragt.

Hat man die Zerstörung oder Entfernung der Stützen vollendet, so sinkt mehr oder minder rasch der Berg zusammen, dabei in lauter kleine Trümmer zerfahrend, und nun beginnt eine neue Arbeit.

Aus diesen Trümmern werden die Nieren von Eisenstein gesucht, losgeschlagen und auf große Haufen gebracht, um sie verwittern zu lassen, das taube Gestein wird über die Halden hinuntergestürzt und ist man mit dem Abraum fertig, so setzt man den Tagebau weiter hinein in den Berg fort, man hat indessen genug Steinkohlen gewonnen, um den nunmehr verwitterten Eisenstein zu schmelzen, in Roheisen, in Gußeisen und zuletzt in Schmiedeeisen zu verwandeln.

Der Tagebau von Dannemora in Schweden ist darum besonders merkwürdig, weil er bei offenem Himmel in eine ungeheure Tiefe hinabgeht und gewaltige Holzbauten zeigt, mittelst deren man im Stande ist, aus dieser großen Tiefe das Erz nach der Oberfläche zu schaffen.

Bei den Tagebauten ist das Sprengen noch viel mehr angewendet, als beim Bilden von Stollen oder Höhlungen, man ist nämlich im Stande, feste Gesteinmassen in der Dicke von 70 bis 80 Fuß durch einen Schuß zu lösen, wenn man jedoch eine Reihe von Bohrlöchern macht, viele Sprengungen gleichzeitig vornimmt, so hat die Masse des festen Gesteins, welche man loszulösen im Stande ist, eigentlich gar keine Grenze. Bei

den Granitbrüchen von Inverary in Schottland hat man oft Ladungen von 1500 bis 6000 Pfund Pulver angewendet.

Der gute Erfolg der Sprengung hängt natürlich von den Spalten und Klüften des Gesteins ab, indem dadurch nicht nur die größere oder geringere Schwierigkeit der Abtrennung bedingt ist, sondern auch die gewonnenen Steine gleich sehr große ebene Flächen erhalten, was dann die fernere Bearbeitung sehr erleichtert. Bei der ersten großen Sprengung in diesem Steinbruch, welche im September des Jahres 1852 ausgeführt wurde, bestand das Sprengloch aus einem 60 Fuß tiefen senkrechten Schacht, von welchem rechts und links zwei horizontale Stollen, jeder von 15 Fuß, ausliefen. Schacht und Stollen hatten also die Form eines umgekehrten lateinischen ⊥. An den Enden dieser Stollen wurden die Kammern zur Aufnahme des Pulvers hergerichtet. Die Masse des Pulvers pflegt man so zu regeln, daß auf je 60 Centner Gestein 1 Pfund Pulver kommt, es ist jedoch möglich, auch mit der Hälfte dieser Ladung durchzukommen, allein das läßt sich nicht vorher bestimmen, sondern hängt ganz und gar von der Festigkeit, Widerstandsfähigkeit oder von der Zerklüftung des Gesteins ab.

Ist aus der Berechnung der kubischen Masse des loszutrennenden Gesteins und aus dem specifischen Gewicht desselben die Menge des nöthigen Pulvers ermittelt worden, so wird dieses in kleinen Fäßchen von etwa 25 Pfund Gewicht in die Minenkammer gebracht und darin regelmäßig aufgestellt. Eines dieser Fäßchen enthält den Zünder, der in einem hölzernen Rohr eingeschlossen am Boden der Mine liegend bis zu Tage geht.

Die Besetzung solcher Minen ist eine sehr gefährliche Arbeit und zwar um so mehr, als die Bergleute selbst die nachlässigsten Menschen der Erde sind und sich um alle Verordnungen zu ihrem Wohl gar nicht kümmern, ja sie verspotten und verlachen und eine Art Bravour darin setzen, die Vorsichtsmaßregeln unwirksam zu machen.

Weil man dies weiß, so sind immer wohlunterrichtete Ingenieure bei der Füllung gegenwärtig, sie sehen zuerst darauf, daß die Arbeiter keine feuerfangenden Gegenstände, wie Schwamm, Schwefelfaden, Feuerzeug irgend einer Art bei sich haben, dann ferner, daß sie ihre eisenbeschlagenen Schuhe ausziehen und entweder barfuß oder auf Filzsocken gehen, dann wird der Boden des Stollen und der Pulverkammer mit leeren Säcken belegt, welche als Teppich dienen. Nun erst wird das Pulver in kleinen Fäßchen hineingebracht und die Mine so geladen.

Da es aber von Wichtigkeit ist, daß die Minengänge so eng wie möglich sind, so werden sie nur von einem Manne, in der Regel also nicht volle 3 Fuß breit bearbeitet. Dies gestattet nicht, daß die Leute an einander vorüber gehen, um die Mine mit den Fässern zu füllen, die Arbeiter

Ein Beispiel des Tagebaues auf Kohle und auf Eisenerz zugleich giebt das Bergwerk von Tregebar in Wales (England). Hier liegen Kohlenflötze schichtweise wechselnd mit Thon, in welchem Thoneisenstein (Sphaerosiderit) in nierenförmigen Stücken enthalten ist. Die Lager von Kohle sind nicht stark, sind jedoch vollständig ausreichend, um den Eisenstein zu schmelzen, man legt nun die Kohlenschicht blos in eine so breite Front als irgend möglich und geht vom Thale aus in den Berg hinein, alles an Kohlen wegnehmend, was zu erlangen ist. Es entsteht hierdurch ein tiefer Einschnitt in den Berg, damit derselbe nicht nachstürze, wird er gestützt, entweder indem man hölzerne Säulen untersetzt oder indem man aus dem tauben Gestein möglichst dicke Pfeiler aufmauert.

Man bringt immer weiter in den Berg hinein bis auf hundert und mehr Fuß, dann beginnt man von hinten her die Pfeiler oder hölzernen Ständer, Stempel wegzuschaffen, diese letzteren haben Geldwerth, man sucht sie daher zum Bergwerk herauszuziehen und nennt diese Arbeit den Stempelraub, sie ist die gefährlichste beim ganzen Bau, denn man weiß keinen Augenblick, wie lange der bisher gestützte Berg halten wird, man weiß nicht, in welchem Augenblick er zusammenstürzt. Nach dergleichen wird aber namentlich von den engländischen Bergwerksbesitzern gar nicht gefragt.

Hat man die Zerstörung oder Entfernung der Stützen vollendet, so sinkt mehr oder minder rasch der Berg zusammen, dabei in lauter kleine Trümmer zerfahrend, und nun beginnt eine neue Arbeit.

Aus diesen Trümmern werden die Nieren von Eisenstein gesucht, losgeschlagen und auf große Haufen gebracht, um sie verwittern zu lassen, das taube Gestein wird über die Halden hinuntergestürzt und ist man mit dem Abraum fertig, so setzt man den Tagebau weiter hinein in den Berg fort, man hat indessen genug Steinkohlen gewonnen, um den nunmehr verwitterten Eisenstein zu schmelzen, in Roheisen, in Gußeisen und zuletzt in Schmiedeeisen zu verwandeln.

Der Tagebau von Dannemora in Schweden ist darum besonders merkwürdig, weil er bei offenem Himmel in eine ungeheure Tiefe hinabgeht und gewaltige Holzbauten zeigt, mittelst deren man im Stande ist, aus dieser großen Tiefe das Erz nach der Oberfläche zu schaffen.

Bei den Tagebauten ist das Sprengen noch viel mehr angewendet, als beim Bilden von Stollen oder Höhlungen, man ist nämlich im Stande, feste Gesteinmassen in der Dicke von 70 bis 80 Fuß durch einen Schuß zu lösen, wenn man jedoch eine Reihe von Bohrlöchern macht, viele Sprengungen gleichzeitig vornimmt, so hat die Masse des festen Gesteins, *welche man* loszulösen im Stande ist, eigentlich gar keine Grenze. Bei

en Granitbrüchen von Inverary in Schottland hat man oft Ladungen von 500 bis 6000 Pfund Pulver angewendet.

Der gute Erfolg der Sprengung hängt natürlich von den Spalten und Klüften des Gesteins ab, indem dadurch nicht nur die größere oder geringere Schwierigkeit der Abtrennung bedingt ist, sondern auch die gewonnenen Steine gleich sehr große ebene Flächen erhalten, was dann die fernere Bearbeitung sehr erleichtert. Bei der ersten großen Sprengung in diesem Steinbruch, welche im September des Jahres 1852 ausgeführt wurde, bestand das Sprengloch aus einem 60 Fuß tiefen senkrechten Schacht, von welchem rechts und links zwei horizontale Stollen, jeder von 15 Fuß, ausliefen. Schacht und Stollen hatten also die Form eines umgekehrten lateinischen ⊥. An den Enden dieser Stollen wurden die Kammern zur Aufnahme des Pulvers hergerichtet. Die Masse des Pulvers pflegt man so zu regeln, daß auf je 60 Centner Gestein 1 Pfund Pulver kommt, es ist jedoch möglich, auch mit der Hälfte dieser Ladung durchzukommen, allein das läßt sich nicht vorher bestimmen, sondern hängt ganz und gar von der Festigkeit, Widerstandsfähigkeit oder von der Zerklüftung des Gesteins ab.

Ist aus der Berechnung der kubischen Masse des loszutrennenden Gesteins und aus dem specifischen Gewicht desselben die Menge des nöthigen Pulvers ermittelt worden, so wird dieses in kleinen Fäßchen von etwa 25 Pfund Gewicht in die Minenkammer gebracht und darin regelmäßig aufgestellt. Eines dieser Fäßchen enthält den Zünder, der in einem hölzernen Rohr eingeschlossen am Boden der Mine liegend bis zu Tage geht.

Die Besetzung solcher Minen ist eine sehr gefährliche Arbeit und zwar um so mehr, als die Bergleute selbst die nachlässigsten Menschen der Erde sind und sich um alle Verordnungen zu ihrem Wohl gar nicht kümmern, ja sie verspotten und verlachen und eine Art Bravour darin setzen, die Vorsichtsmaßregeln unwirksam zu machen.

Weil man dies weiß, so sind immer wohlunterrichtete Ingenieure bei der Füllung gegenwärtig, sie sehen zuerst darauf, daß die Arbeiter keine feuerfangenden Gegenstände, wie Schwamm, Schwefelfaden, Feuerzeug irgend einer Art bei sich haben, dann ferner, daß sie ihre eisenbeschlagenen Schuhe ausziehen und entweder barfuß oder auf Filzsocken gehen, dann wird der Boden des Stollen und der Pulverkammer mit leeren Säcken belegt, welche als Teppich dienen. Nun erst wird das Pulver in kleinen Fäßchen hineingebracht und die Mine so geladen.

Da es aber von Wichtigkeit ist, daß die Minengänge so eng wie möglich sind, so werden sie nur von einem Manne, in der Regel also nicht volle 3 Fuß breit bearbeitet. Dies gestattet nicht, daß die Leute an einander vorüber gehen, um die Mine mit den Fässern zu füllen, die Arbeiter

müssen sich also in solcher Entfernung von einander auf den Boden setzen, daß jeder ein Fäßchen von seinem Nachbarn links nehmen und an seinen Nachbarn rechts abgeben kann. In der Pulverkammer selbst stehen die zwei das Ordnen der Fässer besorgenden Arbeiter, sie stellen die Fäßchen im Kreise umher, stellen sie in zwei, drei Reihen über einander immer höher, bis der ganze Raum damit gefüllt ist. Nunmehr ziehen sich die Leute aus dem Schacht und Stollen zurück, es bleibt nur noch die Legung der Zündschnur oder der elektrischen Leitung und die Vermauerung der Pulverkammer.

Die Zündvorrichtung liegt, wie bereits gesagt, in einer hölzernen Rinne und geht in einer solchen bis zu Tage und so weit von dem Schachte fort, daß der Ingenieur die Zündung ohne Gefahr für seine Person bewerkstelligen kann.

Die Pulverkammern werden durch eine starke Mauer vollständig geschlossen, dann wird an diese Mauer Gerölle, Sand, Abraum, was man sonst an unbrauchbarem Gestein in der Nähe hat, aufgehäuft und es werden die Stollen damit gefüllt und gänzlich geschlossen.

Hat sich der letzte Arbeiter entfernt, so kann die Zündung geschehen und bei der richtigen Berechnung ist der Erfolg stets ein ganz sicherer.

Bei der ersten großen Sprengung dieser Art in Schottland wurden beinahe 7000 Pfund Pulver verbraucht und damit 640,000 Centner Gestein verschoben und zerrissen, man hörte dabei keinen scharfen, lauten Knall, wie bei den gewöhnlichen Sprengschüssen, sondern nur ein schwaches, rasselndes oder krachendes Geräusch, die Steine wurden nicht weit umhergeschleudert, sondern nur verschoben und zerklüftet, die Luft wurde nicht erschüttert, bei der Sprengung wurde nicht eine Fensterscheibe in den sämmtlichen Wohnungen zerstört, obwohl sie fast alle innerhalb des Steinbruches lagen.

Grubenbau.

Im Gegensatz zum Tagebau steht der Grubenbau, bei diesem sind jederzeit entweder Schachte oder Stollen oder beides zugleich nothwendig. Schachte nennt man diejenigen meistens viereckigen Gänge, welche zu den Erzlagerstätten führen, die von oben herab mehr oder minder senkrecht durch das Gebirge gehen. Senkrecht macht man sie am liebsten, weil aus denselben das losgesprengte Gestein leichter entfernt werden kann, als aus

schräg liegenden, und weil die Seile, mittelst deren die Erze gefördert werden, sich weniger durch Reibung auflösen. Manchmal verfolgt man einen aufrecht stehenden Gang, man treibt den Schacht innerhalb der Gangmasse selbst, weil hier schon das geförderte Gestein Werth hat, insofern es immer Erz einschließt. In diesem Falle muß man den Krümmungen des Ganges folgen und der Schacht bekommt nicht selten einen Verlauf im Zickzack. Hierbei schleifen die Seile jederzeit auf einer Wand des Schachtes und dieses zerstört sie sehr bald, selbst wenn man eine Menge hölzerner Rollen anbringt, auf denen die laufenden Seilstrecken ruhen können. Dieser Zerstörung wegen geht man häufig selbst bei ganz günstigen Gelegenheiten von dem Verfolgen des Ganges ab und teuft den Schacht senkrecht in taubem Gestein ab. Der Zweck eines Schachtes kann sehr verschieden sein. Sogenannte Hauptschachte gehen ununterbrochen von Tage ab bis zu den tiefsten Punkten der Grube, Lichtlöcher gehen nur bis auf einen Stollen und sind hauptsächlich angelegt worden, um diesen Stollen, an welchem sie enden, betreiben zu können, Stollschächte oder Durchschnitte dienen nur dazu, um senkrecht unter einander liegende Strecken von Stollen mit einander zu verbinden.

Die Form des Schachtes ist zwar meistentheils die eines Balkens, der Schacht hat alsdann vier Seiten, aber man hat auch kreisrunde, elliptische, achtseitige Schachte ꝛc., die verschiedenen Formen haben ihren Nutzen und ihren Nachtheil. Ist das Gestein nicht fest, ist es gar Gerölle, ist man folglich genöthigt, den Schacht auszumauern, so ist die runde Form, wie man sie gewöhnlich unsern gemauerten Brunnen giebt, die zweckmäßigste. Ist das Gestein fest, so macht man gern den Schacht länglich viereckig im Durchschnitt, denn man gewinnt an Raum, man kann die Röhren zur Förderung des Wassers, man kann die Leitern zum Aus- und Einfahren der Bergleute bequem anbringen und kann doch noch die Mitte des Schachtes zur Förderung des Erzes benutzen.

Werden die Schachte durch nassen Sand getrieben, wie dieses in Thälern mitunter wohl geschehen kann, so pflegt man sie mit Eisen zu füttern und alsdann sind sie jederzeit rund, weil sie in dieser Form am mehrsten Widerstand leisten gegen den äußeren Druck.

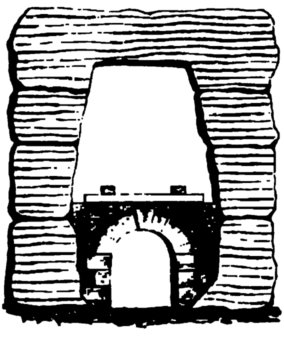
Die Größe der Schachte, d. h. die Länge und Breite ist höchst verschieden und muß sich ganz nach der Ortsgelegenheit richten. Sobald die Schachte verschiedene Zwecke vereinigen, so sind sie in so viele Abtheilungen zerlegt, als dieser Zwecke vorhanden sind. Große Schachte haben daher 15 bis 18 Fuß Länge und 3 bis 4 Fuß Breite, kleinere haben nur 4 bis 6 Fuß Länge und Breite.

Der Zweck, den ein Schacht erreichen soll, bestimmt seine ganze Anlage,

soll derselbe die Lagerstätte mit dem Tage in Verbindung bringen, so muß er so angesetzt werden, daß er die Gewinnung der nutzbaren Mineralien möglichst erleichtert. Ist das Grubenfeld groß, so muß man die Schachte so anlegen, daß nicht zu viele nöthig sind, denn einen Schacht zu treiben, braucht man beträchtliche Geldsummen, da aber die Förderung des Erzes auch ein Moment ist, so legt man lieber mehrere Schachte an, als daß man innerhalb der Stollen gar zu weite Strecken durchführt, um bis zu dem Schachte zu gelangen.

Die Stollen sind von nicht geringerer Wichtigkeit und sind wohl auch dasjenige, was den größten Arbeitsaufwand forbert, die Stollen haben in der Regel zum Zweck, die gewonnene Erzader zu verfolgen, es ist daher ihre Richtung niemals festzusetzen, nur in Steinkohlenbergwerken pflegt man möglichst genau rechtwinklig sich schneidende Stollen anzulegen, so daß der Grundriß eines solchen Bergwerks beinahe dem einer neu anzulegenden Stadt gleicht, wo die Straßen dasjenige bezeichnen würden, was man beim Bergbau Stollen nennt, die davon eingeschlossenen Quadrate aber dazu bestimmt sind, die Decke, das sogenannte Hangende zu tragen. Auch in den übrigen Bergwerken sucht man sich der Regelmäßigkeit so sehr zu nähern, als möglich, aber es ist nur selten möglich und darum giebt man es auf, sobald es nicht bequem thunlich ist. Ein Hauptstollen heißt gewöhnlich derjenige, welcher außer- und unterhalb des Bergwerks beginnt und zu demselben mit geringer Steigung emporgeht. Solchen Stollen macht man meistentheils breit genug, daß man zwei eiserne Wagen zur Förderung des Erzes an einander vorbei gehen lassen kann, dergestalt, daß eine Reihe beladen abwärts fahrender Wagen eine zweite Reihe unbeladen aufwärts gehender eben solcher Wagen nirgends stört. Unter denselben dient ein Gewölbe zur Ableitung des Wassers.

Fig. 1213.



Diese Bauten müssen auch gesunde Luft in den Bau führen, welche durch die Arbeiter und durch die brennenden Lichter verzehrt wird.

Wenn man Strecken eines Bergwerks unter einem Gebirgsabhang oder durch einen Gebirgsrücken mit anderen Strecken eines solchen Bergwerks verbindet, so nennt man diese Verbindungen, diese Tunnel gewöhnlich Tagesstrecken, wiewohl sie mitunter gar nicht zu Tage ausgehen, diejenigen aber, welche den Wasserlauf enthalten und irgend wo außerhalb des Berges münden, nennt man jederzeit Tagebauten oder zu Tage ausgehende *Stollen* und die Oeffnung selbst heißt das Mundloch. Bei diesen Stollen ist

eigentlich noch mehr als bei den Schachten eine Stützung des über der Höhlung liegenden Gesteins nöthig. Wenn ein Schacht in gutem Sandstein, Kalkstein oder einer ähnlichen festen Gebirgsart niedergetrieben wird, so ist eine Zimmerung oder ein Ausmauern in der Regel ganz überflüssig, nicht so ist es mit dem Stollen, der ein horizontal oder nur mäßig geneigt verlaufender Gang ist, welcher auf seiner ganzen Erstreckung Gebirgsmassen über sich liegen hat, denen gerade da, wo der Stollen sich befindet, die Stütze entzogen ist.

Man wird auch hier durch die Form des Stollens, d. h. durch den Querschnitt etwas erreichen können, aber jedenfalls ist hier die Festigkeit des Gesteins, in welchem der Stollen läuft, noch von viel größerer Bedeutung als bei dem Schacht. In festem Gestein ist jede Stütze überflüssig, wie die auf der vorigen Seite befindliche Figur 1313 zeigt, in lockerem Gestein aber unterläßt man es nie, dem Stollen die erforderliche künstliche Stütze zu geben, baut man aus Holz und ist der Stollen breit, so werden Pfosten, meistentheils rund gelassene acht- bis zehnzöllige Bäume in eine solche Länge geschnitten, daß sie die Höhe des Stollens beinahe erreichen. Zwei solcher Bäume werden wie die Seiten eines Thürgerüstes einander gegenüber gestellt und dann oben durch ein Querholz verbunden, durch einen Balken von solcher Stärke, daß man erwartet, er werde den Druck der darüber liegenden Masse ertragen können, ohne zu brechen. In solcher Art schreitet man von Schritt zu Schritt fort, immer wieder ein solches Joch, ein griechisches Π aufstellend. Die sämmtlichen Seitenstücke verbindet man unter einander durch Brackbretter oder Schalen oder Scharten, welche zwischen den Ständern und dem Gestein zu liegen kommen. In ganz ähnlicher Weise werden die Balken oben bedeckt, man sieht wohl ein, daß dieses keinen Schutz gegen das Herabfallen größerer Massen geben kann, man vertraut dieses den Balken an, die Bretter aber sind bei alle dem nicht unnütz, sie verhüten das sogenannte Schütten, das Herabfallen kleiner Massen, die, wenn auch nur faustgroß, doch den unten Wandelnden unbequem genug werden können, demnächst aber auch die Bahn selbst unrein machen und es kommt gerade darauf sehr an, daß diese frei von allen Hindernissen erhalten werde, denn erstens sind die Wege sehr eng und das Ausweichen nicht leicht, vielleicht gar nicht thunlich, zweitens aber sind sie auch immer so dunkel, daß es nicht wohl möglich ist, die Hindernisse auch nur zu sehen.

Eine solche Zimmerung der Stollen ist noch jetzt sehr allgemein, aber sie ist im Ganzen wohl als ziemlich unzweckmäßig zu verwerfen, die Bäume werden immer in grünem, frischen Zustande angewendet, in der stockenden

Luft werden sie sehr bald durch den Trockenmoder oder irgend eine andere Verderbniß angegriffen, der Bau ist also sowohl was das Material betrifft als auch des Arbeitslohns wegen kostbar, weil er sich nach kurzer Zeit immer wiederholt. Kostet er auch bei jeder einmaligen Ausführung nur ein Viertel von dem, was gewölbtes Gemäuer kosten würde, so ist nach zwanzig Jahren reichlich bezahlt worden, was das Ausmauern kosten würde, der gemauerte Stollen hält aber Jahrhunderte, es steht mithin der geringe Gewinn, den man etwa davon haben könnte, daß man das Betriebskapital nicht gleich auf einmal, sondern erst nach und nach hinein steckt, durchaus nicht in einem richtigen Verhältniß zu dem stets wachsenden Aufwande. Eine Zimmerung des Stollens ist nur angebracht, wo man auf dem Raub baut, wo man Nester aufgedeckt hat, welche man in kürzerer Zeit als zur Zerstörung der Zimmerung nöthig ist, auszubeuten hofft und welche man dann verläßt.

Wenn man das Mauern der Stollen vornimmt, so pflegt man sehr gute feste Ziegel anzuwenden, von deren Widerstandsfähigkeit man überzeugt ist und man baut den ganzen Stollen entweder so aus, daß man auf der festen Sohle des Stollens senkrechte Wände an die Seiten lehnt und diese oben durch ein Gewölbe verbindet oder indem man, wenn die Seiten des Stollens in festem Gestein gesprengt sind, diese als Seitenmauern betrachtet, oben über denselben eine gewölbte Erweiterung aushaut und diese mit Ziegelsteinen zusetzt, was allerdings eine bedeutende Ersparniß ist und wohl noch mehr leistet, als die von der Sohle aufgeführten Mauern.

Fig. 1214.



Haben die Gänge eine gewisse Breite, vermöge deren die Befürchtung vorliegt, daß während des Mauerns ein Senken stattfinden könnte, so wird die Höhlung nicht vollständig gemacht, sondern so, wie die Figur 1214 zeigt. Der Stollen erhält nur die halbe Höhe und erhält in der Mitte einen starken Pfeiler, so daß also nur die Räume ab und cd geöffnet werden, ein Klotz aber als Stütze für das darauf ruhende Gestein stehen bleibt.

Nunmehr wird das Gemäuer, welches die Seitenwände bilden soll, aufgeführt, bis es nahe genug an dem Hangenden befindlich ist, dann erst wird dieses Hangende in Angriff genommen und weggemeißelt oder weg-

geschossen bis zu der ersten und hinauf bis zu der zweiten punktirten Linie, indessen der große Steinblock in der Mitte immer noch geschont wird, denn er soll dazu dienen, um starke Balken darauf zu stellen, welche die noch nicht gewölbte Decke tragen. Sind diese Stützen angebracht, so beginnt man die Gewölberüstung aufzuschlagen, welche noch sorgfältiger gefügt sein muß, als bei irgend einem Kellerbau. Hat man nun die Rüstung fertig, so wird das Gewölbe über derselben aufgeführt und es wird auch zwischen derselben und dem Hangenden kein freier Raum gelassen, sondern wie das Gewölbe weiter schreitet, alles auf das Sorgfältigste mit passend gehauenen Ziegelstücken und gut bindendem Mörtel ausgefüllt. Es hat dieses zum Zweck, bei einer möglichen Senkung des Gesteins über dem Gewölbe, allen Stoß, allen Fall zu verhindern und denselben lediglich in Druck zu verwandeln.

Wie das Gewölbe fortrückt, wird von dem stehen gebliebenen Pfeiler, der natürlich die ganze Länge des Stollens einnimmt, ein Stützbalken nach dem andern fortgenommen, doch bleiben eben so selbstverständlich alle die Balken stehen, welche noch nicht von dem gemauerten Gewölbe erreicht sind.

Wie das Gewölbe weiter schreitet und der Mittelpfeiler nach und nach aufhört, nöthig zu sein, wird auch er weggehauen, es versteht sich von selbst, daß man damit nicht wartet, bis der ganze Bau vollendet ist, sondern daß man Schritt für Schritt dem fertig werdenden Gewölbe folgt, damit man nach und nach die ganze Breite des Stollens gewinne und sich besser und bequemer darin bewegen könne.

Soll der Stollen, wenn er fertig ist, eine Breite haben, welche 5 oder 6 Fuß nicht überschreitet, so pflegen diese Vorsichtsmaßregeln nicht angewendet zu werden, hauptsächlich weil der halbirte Raum, von dem der Pfeiler noch ein tüchtig Stück wegnimmt, zu schmal sein würde, um darin mit Freiheit arbeiten zu können. Ueberschreitet aber die Gallerie diese Dimensionen um ein Bedeutendes — und man hat dergleichen von 20 Fuß Breite — so ist man zu dergleichen Sicherheitsmaßregeln gezwungen, die Unterlassung derselben kann die schrecklichsten Folgen haben.

Ist der Boden nicht vollkommen sicher oder will man einen Wasserlauf damit verbinden, so pflegt man das Gewölbe anders einzurichten.

Die Aushöhlung wird alsdann von einem regelmäßig elliptischen Querschnitt gemacht und das Gewölbe wird, wie die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1215 zeigt, oval geformt und rundum gezogen, unten auf der Sohle sowohl vollständig geschlossen, als oben bei der Decke. Hier ist nun das Stehenlassen eines Pfeilers in der Mitte nicht thunlich, weil der Boden selbst als Gewölbe dienen soll, allein es ist auch nicht nöthig, denn die Breite solcher Stollen erreicht selten 6 Fuß.

Es ist sehr zweckmäßig, wenn der ganze Bau mit hydraulischem Mörtel ausgeführt wird, die Steine müssen alsdann sämmtlich in Wasser gelegen und sich damit vollgesogen haben, der Mörtel selbst darf nur in kleinen Partien gemacht und muß sogleich verbraucht werden, ferner ist es nöthig, daß man immerfort Wasser auf den bereits mit den Steinen verbundenen Mörtel bringe, denn es bindet desselben außerordentlich viel und erhält dadurch seine Festigkeit.

Fig. 1215.



Was die Seitenmauern und das obere Gewölbe betrifft, so kann man allerdings diese auch mit gewöhnlichem guten Mörtel aufführen, bei der unteren Wölbung ist aber die Anwendung des hydraulischen Mörtels ganz unerläßlich, denn in der Höhlung derselben soll das Wasser des Bergwerks ein Gerinne finden, soll es ablaufen, das Wasser aber löst den Kalk des gewöhnlichen Mörtels nach und nach auf und nimmt ihm folglich seine ganze bindende Kraft, indessen der hydraulische Mörtel nicht nur vom Wasser keinesweges angegriffen wird, sondern vielmehr unter demselben die Festigkeit des härtesten Gesteins erhält.

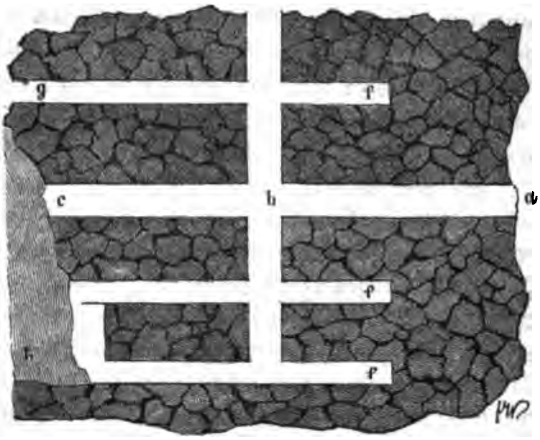
Hat man durch die Stollen und Schachte das Bergwerk aufgeschlossen, so beginnt nunmehr der Abbau. Wir wollen den einfachsten Fall annehmen, den nämlich, daß wir ein Lager vor uns haben; in horizontal oder wenig geneigten, meistentheils sehr großen Erstreckungen kommen an Erzen vor hauptsächlich Eisenstein und Kupferschiefer, dann Steinsalz, Stein und Braunkohle. Andere Erze kommen meistentheils in Gängen vor, deren Erstreckung sich mehr der senkrechten Richtung nähert.

Das Lager ist durch den Stollen aufgeschlossen worden und es ist bauwürdig gefunden, dies kommt natürlich auf die Mächtigkeit desselben und darauf an, was es enthält, worüber wir uns bereits ausgesprochen haben. Die gewöhnlichste Art des Abbaues und vielleicht auch die zweckmäßigste ist die mit zurückbleibenden langen Pfeilern.

Stellen wir uns unter der nachstehenden Figur 1216 einen solchen Bau vor, gleichgültig, was das Lager enthalte, so sehen wir in abc den Hauptstollen, welcher nach a hin zu Tage tritt und sich von a nach b um ein Geringes erhebt, nur einige Zoll auf die Ruthe, damit sowohl das Wasser bequem und ungehindert auf der Sohle abfließen könne, als auch das Hinausführen der beladenen Wagen erleichtert werde, hinwiederum das Zurückbefördern der leeren Wagen durch zu starke Steigung keinen beschwerlichen Widerstand erfahre, nicht zu viel Kräfte in Anspruch nehme.

Befindet man sich bei b in dem Stollen an der Stelle, an welcher das Salz- oder Erz- oder Kohlenlager liegt, so geht man mit einem querlaufenden, den ersten kreuzenden Stollen rechts und links so weit in dem Lager fort, als man für zweckmäßig erachtet.

Fig. 1216.



Von diesem Quergange treibt man nun mit dem Hauptstollen parallel mehrere Gänge fg und schafft durch dieselben den Inhalt dieser neuen Stollen heraus, dasjenige, was man hier gewinnt, sind die Steinkohlen, sind die Erze, man würde mithin sehr wohl thun, den ganzen Raum davon zu entleeren, denn alles, was man stehen läßt, ist verloren, man darf jedoch dieses durchaus nicht wagen, denn sobald die Strecke groß und breit wird, verliert das Hangende seinen Zusammenhang und der ganze Berg stürzt nieder, deshalb bleiben eben zwischen dem Hauptstollen und dem benachbarten Stollen fg die Pfeiler stehen, welche man ihrer Ausdehnung wegen lange Pfeiler nennt.

So lange das Lager reichlich ausgiebt, treibt man dasselbe immer tiefer und breiter in das Gebirge hinein, wird die Entfernung von b seitwärts nach g und f durch diesen Weiterbau zu groß, so legt man wohl einen zweiten Hauptstollen an, um auf kürzerem Wege an das Tageslicht zu gelangen und in gleicher Zeit mehr fördern zu können, denn Zeit ist Geld, verschwenderisch mit derselben umgehen, zieht also immer Geldverlust nach sich.

Es kann nun wohl der Fall eintreten, daß dieses Lager nach g hin oder nach irgend einer anderen Richtung ausgeht, daß man dasselbe also abgebaut hat, in diesem Falle wird in dem Bergwerk nichts mehr zu holen sein, dann zieht man sich zurück aus demselben, aber im Zurückgehen nimmt man noch das als Pfeiler zurückgebliebene Material mit sich.

Enthält das Lager Erze, so ist jederzeit bei weitem mehr taubes Gestein, als Erz vorhanden. Dieses taube Gestein wird gesondert von dem Erze, nur das letztere bringt man auf den Wagen an das Tageslicht, das taube Gestein dagegen läßt man im Bergwerk zurück. Die Strecke gh

zeigt uns, daß die Pfeiler von der entferntesten Gegend des Bergwerks her schon weggenommen sind. In diese leeren Stollen bringt man das taube Gestein in unregelmäßigen Haufen und wie man von der Gegend g nach der Gegend f sich zurückzieht, wie also der Raum g h immer breiter wird und ein Sinken des Hangenden möglich und wahrscheinlich wird, so zieht man lange trockene Mauern vor das im Hintergrunde aufgehäufte Gestein und führt diese Mauern bis zu der Decke empor, dann häuft man daran abermals das taube Gestein und wenn man sich 6 bis 8 Fuß zurückgezogen hat, führt man daraus wieder eine trockene Mauer auf.

So geht es fort, bis man das ganze Bergwerk ausgeräumt hat, der ganze Schatz an Kohle, an Erz oder Steinsalz ist herausgeholt, die dadurch hervorgebrachte Höhlung ist unschädlich gemacht, denn falls sich auch das Hangende, welches keine Stütze hat, nunmehr senkt so kann es doch nicht weiter als bis zu Aufschüttungen fallen, diese werden natürlich zusammengedrückt, bis sie der Last des darauf ruhenden Hangenden vollständig Widerstand leisten, allein das geschieht immer so langsam und schrittweise, daß eine Gefahr für die Arbeiter daraus nicht erwächst, vorausgesetzt natürlich, daß die ganze Anlage mit derjenigen Vorsicht gemacht sei, welche ein vernünftiger Ingenieur immer anwenden wird, wenn man das Leben der Bergleute nicht muthwillig auf das Spiel zu setzen beabsichtigt.

Bei Steinkohlen- und Steinsalzbergwerken ist die Mächtigkeit der Lager oft sehr bedeutend, in diesem Falle ist eine große Stärke der Pfeiler unerläßlich, je höher der Raum ist, in welchem das Hangende gestützt werden soll, desto breiter und widerstandsfähiger müssen die Stützen sein, weil sie bei ihrer Länge leicht eine seitliche Verschiebung oder Biegung erhalten, welche sie zertrümmert, wodurch natürlich das Dach der Stütze beraubt wird.

Viele meiner Leser werden glauben, falls man nur gewölbeartig baue, habe es mit dem Zusammenstürzen eines Berges in sich selbst keine Noth. Eine gewisse Wahrheit liegt hierin. Würde man ein Steinsalz- oder Kohlenfeld, welches ein paar tausend Schritt Länge und Breite hat, auf solche Weise ausbeuten, daß man mit jeder Erweiterung zu gleicher Zeit höher ginge und dem ganzen Bau das innere Ansehen eines Tonnengewölbes gäbe, so würde man wahrscheinlich das Zusammenstürzen nicht zu befürchten haben, aber nehmen wir an, die Gewölbhöhe solle nur die Hälfte der Breite betragen, so würde man schon bei sehr mäßigen Ausmessungen eine Höhe von 400 bis 500, ja von 1000 Fuß erhalten. Das Steinkohlenflötz hat aber nur 10 Fuß Mächtigkeit (dann ist es schon ein außerordentlich reiches), so würde man 490 Fuß tauben Gesteins wegen 10 Fuß Steinkohlen aus dem Bergwerk schaffen müssen, man sieht wohl, daß dieser Rath nicht zum Ziele führt.

Welchen Druck aber der Berg auf seine Unterlage ausübt, davon kann man sich überzeugen, wenn das Liegende des Erz- oder Kohlenlagers nicht ein sehr festes Gestein ist, sondern etwa Thonschiefer oder irgend ein anderes ziemlich weiches Gestein, wir haben in der vorigen Figur den Grundriß eines solchen Bergwerks. Diejenigen Strecken, welche weiß gelassen, die Gänge vorstellen, tragen nichts von der Last des Berges, ist das Verhältniß ein solches, wie es die Zeichnung angiebt, so ist die Unterlage des Berges auf zwei Drittheil reducirt. Stehen nunmehr die Pfeiler auf solchem nicht genügend widerstandsfähigen Boden, so findet nur unter ihnen ein Druck statt und da, wo die Gänge sind, kann das auf beiden Seiten gedrückte Gestein sich ausbreiten, sich erheben.

Dieses findet wirklich statt, es ist nicht eine theoretische Annahme, die sich erst durch die Praxis wird bestätigen müssen, sondern es ist eine vielfach beobachtete Thatsache. Die Anschwellungen des Bodens innerhalb der Gänge nennen die Engländer Creeps. Anfänglich wird der Boden dieser Gänge nur ein wenig gewölbt, dann erhebt er sich mehr, so daß schlecht darauf zu gehen wird, dann erhebt er sich noch mehr, Fuß hoch, und die dadurch hervorgebrachte Wölbung platzt, bekommt einen Riß in der Mitte, welcher immer stärker wird, indeß das Material höher und höher steigt, bis es zuletzt den ganzen Stollen ausfüllt und unzugänglich macht.

Ist der Boden des Bergwerks, ist das Hangende festes, Widerstand leistendes Gestein, so sieht man dieses natürlich nicht, wenn ein solcher Widerstand aber nicht vorhanden ist, so wird das Aufsteigen des Bodens um so rascher vor sich gehen, je weicher derselbe ist.

Es liegt hierin ein vollkommen sicherer Beweis für den ungeheuren Druck, unter welchem die Pfeiler des Bergwerks stehen, und es geht daraus die Nothwendigkeit hervor, dieselben so stark zu lassen, wie irgend möglich, damit sie nicht zerdrückt werden.

In früheren Zeiten hat man und namentlich in England, wo die Kohlenminen sehr reich und mächtig sind, das Abbauen der Pfeiler ganz vernachlässigt; wenn das Steinkohlenbergwerk so weit ausgeraubt war, als sich's bequem machen ließ, die Tiefe desselben aber zu groß wurde, die Förderung mithin zu viel Zeit forderte, so gab man das Bergwerk auf und nahm ein anderes in Angriff. Hier in Deutschland und gegenwärtig auch in England, woselbst die gewaltige Industrie und die unglaublich weit ausgedehnte Benutzung der Dampfkraft eine ungeheure Kohlenmenge aufzehrt, verfährt man anders und sparsamer.

In Westphalen z. B. befinden sich große Kohlenmassen, aber in solcher Weise vertheilt, daß die Lager derselben durch Gestein von einander

getrennt sind, das im Bezirk Essen liegende Flötz, welches den Namen Oelzweig führt, hat fünf Lager von Kohlen, so daß es bei einer Gesammtmächtigkeit von beinahe 6 Fuß doch nur $4\frac{1}{2}$ Fuß Kohle und $1\frac{1}{2}$ Fuß Lagergestein hat. Auch hier wird das ganze Lager fortgeschafft, aber man ist so vorsichtig, die Strecken zur Gewinnung der Kohle etwa 2 Klafter breit zu machen, dagegen die Pfeiler 5 Klafter breit zu lassen, welches allerdings eine ganz außergewöhnliche Sicherheit gewährt, aber dafür auch den Gewinn der Kohle auf zwei Siebentel des wirklich vorhandenen reducirt.

Hier nun wird verfahren, wie oben beschrieben worden, wenn man eine genügend weite, tiefe Strecke ausgebaut hat, so fängt man von hinten her an, die breiten Pfeiler abzutragen, um aber das Niedergehen des Gebirges zu verhindern, nimmt man das taube Gestein, welches meistens plattenförmig liegt, aus den Kohlen heraus und fügt es zu vierseitigen Pfeilern zusammen, welche zwar trocken, nur mit Erde, aber doch so sorgfältig geschichtet werden, daß sie sich selbst sehr gut tragen und nicht wanken, wenn späterhin die Last des Gebirges darauf drückt.

Der Pfeiler werden so viele gebaut, als möglich aus dem vorhandenen Material, ja wo desselben nicht genug ist, sprengt man von dem Hangenden große Strecken ab, um sie zum Aufbau der Pfeiler zu verwenden, die sämmtlich bis unter das Dach geführt werden, und die man durch kleinere Stücke gut verkeilt, so daß sie durchaus fest liegen. Man muß nicht glauben, daß diese Pfeiler etwa klein seien, sie haben wenigstens eine Grundfläche von 4 Quadratklaftern, d. h. sie sind 12 Fuß lang und 12 Fuß breit, man macht sie aber auch noch beträchtlich weiter, weil man gefunden hat, daß schmälere Pfeiler dem Erdrücken zu sehr ausgesetzt sind.

Diese Methode des Aufbaues bleibt immer vortheilhaft, selbst wenn es nöthig sein sollte, Gestein zur Ausführung derselben von außen in das Bergwerk zu bringen. Stellt man sich vor, daß mehr als zweimal so viel Kohle stehen bleiben muß, als man wegnimmt, falls man mit Sicherheit arbeiten will, so genügt dieses schon, um zu zeigen, wie unvortheilhaft das Verfahren ist, aber es kommt noch ein anderer Uebelstand dazu, der nämlich, daß die Steinkohlen niemals die nöthige Festigkeit haben, um den gewaltigen Druck, der jetzt beim Ausbau vom Ganzen auf den Theil übertragen wird, auszuhalten.

Liegt das Flötz ganz oder doch beinahe horizontal, so hat der Aufbau der Pfeiler nicht die geringste Schwierigkeit, ist die Neigung aber stark, beträgt sie z. B. 10 Grad, so muß man die Sohle treppenförmig aushauen, dergestalt, daß die aufzuschichtenden Steine immer eine horizontale Grundlage haben.

Bei dem Untersetzen der Pfeiler berücksichtigt man mit großer Sorge

die Gestaltung des Daches. Wo sich lockere Stellen zeigen, dort setzt man einen Pfeiler hin, um das Fallen zu verhüten, wo sich Spalten zeigen, setzt man wohl zwei Pfeiler neben einander, einen auf jede Seite des Spaltes, damit ein theilweises Niedergehen des Gebirges ganz gehindert werde.

Beschreitet man nach Jahren ein solches abgebautes Flötz oder Lager, so findet man nicht selten die ganze Räumlichkeit in Gewölbe verwandelt. Was nicht gestützt war, ist zum Theile niedergegangen. Von den stützenden Pfeilern schräg aufwärts und immer von einem zum andern, also zwischen zweien oder zwischen vieren, haben sich Abstürze gebildet, die Sohle ist mit dem zertrümmerten Gestein in großen, spitzen Haufen bedeckt, steigt man auf einen solchen und beleuchtet man mit einer Fackel das Hangende, so sieht man eine Anordnung der Linien, welche ganz derjenigen gleich ist, wie man sie in den Kellern unter Klöstern oder alten Rathhäusern findet, wo ein sehr großer Raum durch zehn oder zwölf einzelne frei stehende Pfeiler getheilt ist und diese Pfeiler die nach allen Richtungen aufsteigenden Gewölbsstrecken tragen. Man nennt diese Anordnung Kreuzgewölbe und so macht die Natur diese Gewölbe hier von selbst, ohne von einem Baumeister Unterricht erhalten zu haben. Steht die Sache einmal so, dann kann man das Bergwerk ohne alle Gefahr betreten, denn was sich hat lostrennen können, ist bereits niedergegangen.

Was noch wesentlich ist für die Güte der Kohlen, ist, daß man die zur Stütze zurückgelassenen Kohlenpfeiler sobald als möglich fortnimmt, denn haben sie lange Zeit unter dem vermehrten Druck gestanden, so sind sie dergestalt mürbe geworden, daß sie sich nicht mehr in große Stücke absondern lassen, sondern entweder gleich oder beim Transport zerfallen, wodurch natürlich der Hauptwerth derselben verloren geht, indem man Kohlengrus kaum zum fünften Theil so theuer bezahlt, als große kubische Massen.

An manchen Orten bedient man sich der sogenannten Stempel, d. h. aufrecht stehender Stämme, die man in vier Reihen hinter einander in diejenige Strecke bringt, welche gänzlich ausgebaut, wo die von dem Lager zurückgebliebenen Pfeiler hinweggenommen worden.

Diese Stempel waren sonst von Holz und wurden nicht gar zu hoch geachtet, seitdem aber überall sich Holzmangel fühlbar macht, ist man darauf gekommen, die Stempel aus Gußeisen anzufertigen, sie haben bei geringerem Gewicht mehr Widerstandsfähigkeit. Um sie nach dem Gebrauch wieder gewinnen zu können, macht man sie um so viel kürzer, daß ein Holzkeil nöthig ist, um sie als Stütze mit dem Hangenden in Verbindung zu bringen. Die schmale Seite dieses Keils wird immer nach derjenigen Richtung ge-

stellt, nach welcher man den Stempel ziehen will, wenn es darauf ankommt, ihn zu gewinnen und der hinter ihm aufgebauten Mauer das Tragen des Hangenden zu überlassen. Die vier Reihen parallel mit einander stehend stützen eine ziemliche Strecke, wenn dicht hinter der letzten Stempelreihe die Pfeiler oder die Mauern aufgeführt sind, so werden diese letzten Stempel fortgezogen und sie bilden nunmehr die vorderste Reihe, sie kommen dahin, wo während der Aufmauerung hinter der vierten Reihe die Ausfüllung des Lagers vor der ersten Stempelreihe hinweggenommen worden ist.

Gänge.

Das Gewinnen der Erze aus den Gängen, welche sich der vertikalen Lage nähern oder sehr große Winkel, wie 60, 70 Grad mit der Horizontalen bilden werden gewöhnlich von oben her und durch Schachte abgebaut.

Gänge sind Spalten im Gebirge, welche durch irgend eine unterirdische Gewalt hervorgebracht sind und dann später auf sehr verschiedene Weise mit Ganggestein und mit Erzen gefüllt worden sind. Um sie zu erreichen, treibt man einen Schacht von oben herab, meistens im Hangenden, in demjenigen tauben Gestein, welches bei geneigter Lage des Ganges oben liegt. Wenn der Gang ganz senkrecht steht, so ist es gleichgültig, auf welcher Seite desselben sich der Schacht befindet. Derjenige, durch welchen mittelst einer Dampfmaschine oder irgend eines sonstigen Kunstwerkes die Erze sowohl als auch die sich unten ansammelnden Wasser gefördert werden, heißt Kunstschacht.

Gewöhnlich theilt man die Arbeit, so daß man neben dem Gange den Schacht immerfort tiefer abwärts treibt und dann nach einer gewissen Strecke wieder in den Gang hinein zu gelangen sucht.

Dieses zweite Stockwerk wird gleichfalls von oben her abgebaut und man kann dieses mit einem dritten und vierten Stockwerk ebenso machen, jederzeit aber spreizt man die Wände des Ganges entweder durch Balken oder durch gemauerte Pfeiler, vor allen Dingen aber schützt der Bergmann sein eignes theures Haupt durch Ueberwölbung der Strecke, in welcher er arbeitet. Gewöhnlich sind die Wände des Ganges von festem Gestein. In diese feststehenden Wände haut man schräg stehende Flächen ein, welche zur Widerlage für ein Gewölbe dienen sollen, das der unten arbeitende Bergmann über seinem Kopfe errichtet, damit das Ganggestein ihm nicht auf

den Kopf falle und damit ferner der von oben herab kommende Bergmann, wenn er mit dem Abbau fertig ist, nicht nach unten hin durchbreche.

Bei diesen Gängen hat in der Regel die Nothwendigkeit, Pfeiler zu bauen, nicht statt, weil nicht horizontal oder sehr flach liegende Decken mit dem Einsturz drohen, weil vielmehr das Hangende, wie das Liegende in solcher Art sich selbst tragen, daß dergleichen Stützen völlig überflüssig sind, mehr aber als bei den Lagern (vorausgesetzt, daß sie durch Stollen zugänglich sind) macht bei den Gängen, die durch Schachte erreicht werden, das Hinwegräumen des tauben Gesteins Umstände.

Schon im Gange selbst sucht man dieses von dem brauchbaren Erze zu sondern, das Erz bringt man gern in großen Kübeln zum Kunstschacht, das taube Gestein aber wird zur großen Last. Soviel es irgend möglich ist, unterläßt man auch die Förderung desselben und bringt es auf irgend eine andere Art bei Seite. Würde man einen solchen Gang von unten her angreifen und ausbauen, so dürfte man das unnütze Gestein nur unter sich liegen lassen, dasselbe zur Stütze nehmen, um darauf höher und höher in den Gang empor zu steigen, da man ihn aber von oben angreift, so wird die Bergung des tauben Gesteins um so viel schwerer als dasselbe das Erz an Masse bei weitem überwiegt, es bleibt daher gewöhnlich nichts übrig, als auch das taube Gestein zu Tage zu bringen. Diese letzte Methode wird in der Regel im Harz getrieben.

Wenn man den sogenannten Stroßenbau aufführt, wie dieses früher sehr häufig geschehen, so pflegt man alles von oben her treppenförmig nach unten hin abzunehmen, man beginnt damit eine gewisse Strecke von 5 bis 6 Fuß auszutiefen, dann wird an derselben Stelle, wo man angefangen hat, weiter abwärts gebaut, indessen die oben hinweggenommene Schicht weiter verfolgt wird. Man fängt nach 6 Fuß eine zweite Vertiefung an, läßt aber die Verlängerung der ersteren keinesweges ruhen.

Diese zweite Vertiefung schreitet der zuerst gemachten immerfort nach, man würde folglich nach 6 Fuß eine Vertiefung haben, welche doppelt so groß wäre, als sie ursprünglich angelegt worden, wenn eben diese erste Vertiefung nicht unterdessen 12 Fuß lang geworden wäre.

Hat die erste Stufe diese Länge und die zweite die Länge von 6 Fuß erreicht, so wird eine dritte Stufe begonnen, ganz in derselben Art, wie die beiden ersten, man wird demnach Treppen erhalten, deren Stufen so breit sind als der Gang, so lang als man für zweckmäßig hält, z. B. 5 bis 6 Fuß, welche Länge bequem gestattet, daß der Arbeiter auf der ersten Stufe nicht im Geringsten gestört werde durch den Arbeiter auf der zweiten Stufe (oder die Arbeiter, denn es arbeiten mehrere neben einander, wenn der Gang die dazu erforderliche Breite hat), endlich wird man je

nach der Erstreckung des Ganges eine ziemliche Menge Arbeiter auf den verschiedenen Stufen hinter einander haben.

Geht man mit dem niedrigsten Theil der Strossen oder Stufen so weit, daß man der Sicherheit der Wände nicht mehr gehörig vertrauen kann, so muß man Bühnen schlagen, mit Brettern bedeckte Balkenlagen, durch welche die Arbeiter vor Beschädigung durch die Wände geschützt werden.

Wenn man mittelst eines Schachtes in einen Gang gelangt, nicht auf einer Seite desselben, sondern ziemlich oder ungefähr in der Mitte, so beginnt man diesen Strossenbau nach beiden Seiten hin gleichmäßig, die Mitte wird immer am tiefsten abwärts getrieben und von dort aus werden die Stufen angegriffen. Die Arbeiter stehen immer um eine Stufe niedriger als der Gegenstand ihrer Arbeit, das loszubrechende Ganggestein. Nur derjenige, welcher eine neue Vertiefung beginnt, arbeitet unter sich, alle anderen haben ihr Geschäft vor sich und gehen damit nicht tiefer, als bis auf die Sohle, auf welcher sie stehen.

Ein solches nach zwei Seiten hin gerichtetes Bergwerk wird zweiflügelig genannt.

Die Länge der Stufen verhält sich zu ihrer Höhe gewöhnlich wie 3 zu 1 und da man 6 Fuß in der Regel nicht überschreitet, so sind dann die Stufen 2 Fuß hoch. Wenn die Stufen beträchtlich länger sind, so wird solch' eine Beschaffenheit der Arbeit das Langschuhhauen genannt, welches unvortheilhaft ist, indem alsdann die Bohrlöcher nicht mit dem erforderlichen Effekt angelegt werden können. Der umgekehrte Fehler ist, die Strossen zu hoch zu machen. Man rückt dabei mit der Arbeit nicht rasch genug in die Ferne und die Bezeichnung dafür ist, „man habe sich in den Sack gehauen".

Ist der Gang nicht breit, ist er nicht mächtig, so tritt die Unannehmlichkeit ein, daß man viel von dem Gestein der Seitenwände forthauen muß, um sich Platz zu machen, dies ist eine meistentheils kostspielige Arbeit und um sie zu vermeiden, unterläßt man in solchem Falle den Strossenbau überhaupt.

Hat man beim Niedergehen das Ende des Ganges erreicht, so ist keine weitere Arbeit zur Unterbringung des tauben Gesteins nöthig, man wirft dieses an die tiefste Stelle des hier ausgebeuteten Ganges. Sehr ungern wird aber der Arbeiter oder der Bergwerksbesitzer ein solches Ereigniß sehen, denn es zeigt ihm die enge Grenze seines Bergwerks an und er wird lieber Mühe und Kosten daran wenden, um sein taubes Gestein unterzubringen, als dasselbe auf solche Art loszuwerden. Die Unterbringung *nun geschieht* dadurch, daß man über dem tiefsten Stollen und dort, wo

man vorläufig nicht gleich weiter abwärts geht, Bäume quer in den Gang einläßt, diese mit starken Schaalen oder jungen Bäumen bedeckt und dann auf diesen Bau das taube Gestein wirft. Wenn man nun mit den Stroßen verrückt, so geht man natürlich auch mit dem Holzbau voran, um jederzeit Raum zur Ablagerung des unnützen Gesteins zu haben. Diese Arbeit wird die Kastenzimmerung genannt, sie ist mühsam, zeitraubend und kostspielig, es bleibt jedoch nichts übrig, wenn man nicht das taube Gestein sammt dem Erze durch den Schacht zu Tage fördern will. Im Uebrigen dient diese Anfüllung mit taubem Gestein auch wieder zur Sicherheit des Bergwerks. Man hat nicht gern so sehr lange freiliegende Wände und sucht sie demnach durch die Kasten und ihren Inhalt abzusteifen.

Manche Gänge oder Lagerstätten haben solche Mächtigkeit, daß sie nicht durch die gewöhnlichen Mittel abgebaut werden können, weil sonst unter allen Umständen Nachstürze erfolgen würden, von solcher Art sind viele der ungarischen, auch das Quecksilberlager zu Idria ist hierher zu zählen.

In solchen Fällen bedient man sich des sogenannten Querbaues. Man sucht die Sohle des Lagers auf und treibt auf derselben einen Stollen so weit man irgend kann oder beabsichtigt. Ist dieses geschehen, so wird aus dem fernsten Winkel ein Querbau, welcher den Stollen rechtwinklig schneidet, womöglich nach beiden Seiten getrieben. In diesem Bau geht man immerfort aufwärts, indem man sich bei weiterer Steigung der Bühne bedient. Hat man eine bedeutende Höhe erreicht, so rückt man von hinten nach vorn immer weiter dem Ausgange zu und setzt den ausgebauten Theil durch trockene Mauern gänzlich aus. Um größerer Bequemlichkeit willen führt man auch hier, falls der Bau nicht übermäßig hoch wird, zuerst Stempel ein, welche in mehreren Reihen vor einander stehen und weggenommen werden, wie man mit den Mauern aus dem Hintergrunde nach dem Ausgange zu rückt.

Sind die Entfernungen sehr groß und hat man reichliche Mittel, um eine große Anzahl von Bergarbeitern dauernd zu beschäftigen, so beginnt man nach Vollendung des Stollens die Arbeit gleichzeitig auf drei oder vier Punkten desselben. Man theilt die Länge des Stollens in so viele gleiche Theile, als man Angriffspunkte beabsichtigt und von einem jeden solchen Theilungspunkte geht man in gleicher Weise, wie von dem Hintergrunde in das Bergwerk und immer dem Ausgange zu. Beim Versetzen dieser Abtheilungen muß natürlich der Stollen offen erhalten werden, was dann nicht durch Trockenbau, sondern durch festes Mauerwerk geschieht. Sind es Steinkohlen, welche man zu gewinnen hat, so werden etwa erforderliche Schachte niemals innerhalb der Kohlenschicht, sondern jederzeit in dem

hangenden Gestein angelegt, weil es gar nicht möglich ist, innerhalb der Kohlenmasse selbst den Schacht gegen Abbröckeln und Zusammenfallen zu schützen.

Steinsalzgewinnung.

Hier ist es von noch größerer Wichtigkeit, als bei irgend einem andern Gegenstande des Bergbaues, das Terrain, auf welchem man arbeiten will, kennen zu lernen, daher wird nirgends mehr gebohrt und untersucht, als bei einem Salzwerk, es sei denn, dieses schätzbare Mineral käme an der Oberfläche der Erde vor, wie wir dieses bereits oben angeführt haben.

Nachdem man eine genügende Anzahl von Versuchsbohrungen vorgenommen hat, um sich die beste Lage für einen Stollen auszusuchen, wird dieser angelegt und es wird dabei die größte Sorgfalt auf die wasserdichte Zimmerung oder Ausmauerung verwendet, indem bei den Salzwerken besonders das Wasser zu fürchten ist. Eine noch größere Sorgfalt in dieser Hinsicht ist nöthig, wenn statt eines Stollens ein Schacht abgesenkt werden muß, der über dem Salz durch verschiedene Lager geht, welche möglicher Weise Wasser führen können.

Zu der Mauerung wendet man niemals etwas anderes als hydraulischen Mörtel an. Man bedient sich dazu entweder des natürlichen Cements oder des künstlichen. Der erste ist nur dort anwendbar, wo er in großer Masse gefunden wird, denn er wird durch den Transport in der Regel zu sehr vertheuert. Künstlichen Cement kann man mit mäßigen Kosten bereiten, wo man irgend will, wir haben hierüber bereits das Erforderliche in dem Abschnitt über Kalk und Mörtel gesagt und können darauf verweisen.

Bei der Mauerung der Schachte hat man folgende Punkte sehr streng im Auge zu behalten.

Die Steine müssen auf das Sorgfältigste gereinigt und in Wasser gelegt werden, Staub darf nicht daran haften, denn er verhindert die Berührung zwischen Stein und Mörtel. Von Nässe durchdrungen muß der Stein nothwendiger Weise sein, weil er sonst dem Mörtel das bindende Wasser entzieht. Die Vorbereitung der Steine muß jederzeit den Tag vorher geschehen, weil es erforderlich ist, daß die Steine, um sich voll zu saugen, mindestens 12 Stunden in Wasser gelegen haben.

Der Mörtel muß immer frisch bereitet werden, nie darf man länger

als eine halbe Stunde damit arbeiten, vom vorigen Tage übrig gebliebenen anzuwenden, ist durchaus unverläßlich.

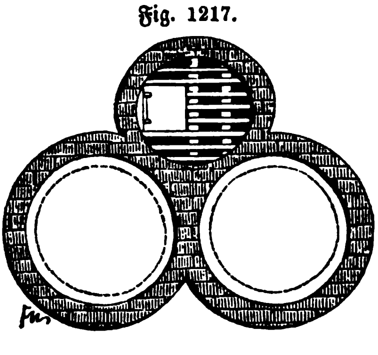
Die Ziegel dürfen niemals dicht auf einander liegen, es muß eine Fuge von einem halben Zoll Stärke gegeben werden und diese muß ganz mit Mörtel gefüllt sein, findet dies nicht statt, so ist der Schacht nicht wasserdicht, denn eben das genaue Füllen der Fugen mit dem Mörtel, welcher zu Stein verhärtet und sich mit den Ziegeln selbst auf das Innigste verbindet, macht die Mauern wasserdicht.

Bei dem Bau des Schachtes darf man nie treppenförmig verfahren, es muß jederzeit eine Schicht Steine rundum fertig gelegt werden, ehe man zu der folgenden übergeht. Man kann auf diese Weise die Dichtigkeit der senkrechten Fugen beurtheilen und sie sofort vollständig füllen, wenn dieses nicht geschehen sein sollte.

Die geeignetste Form für einen wasserdichten Schacht ist die Kreisform, diejenige, in welcher man die Brunnen auszumauern pflegt. Man nimmt dazu auch so geformte Steine, dergestalt, daß sowohl der innere als der äußere Theil des Gemäuers kreisförmig, nicht vielkantig erscheint. Aus so geformten Ziegeln baut man auch die Schachte (und die Brunnen) mit senkrechten Fugen von ganz gleicher Breite.

Viel zweckmäßiger für die innere Einrichtung wäre es, wenn man die Schachte lieber viereckig anlegt, in diesem Falle nämlich kann man viel bequemer diejenigen Abtheilungen anbringen, welche der Schacht haben muß, wenn er verschiedenen Zwecken entsprechen soll. Da aber ein Schacht mit geraden Seitenwänden dem Drucke von außen bei weitem weniger Widerstand leistet, als ein Schacht, welcher von unten bis oben ein Gewölbe bildet, so hat man an vielen Orten entweder den ovalen Durchschnitt für den Schacht gewählt oder man hat drei bis vier Schachte von viel kleinerem Durchmesser sämmtlich kreisförmig nahe neben einander gelegt und durch Mauerwerk verbunden, wodurch eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit erreicht wird, die Schachte von außen her durch Druck beinahe gar nicht zu zertrümmern sind, also bei weitem länger aushalten, weniger Zufälligkeiten ausgesetzt sind als andere und nicht eben viel größere Kosten verursachen, ja der Mehraufwand

Fig. 1217.

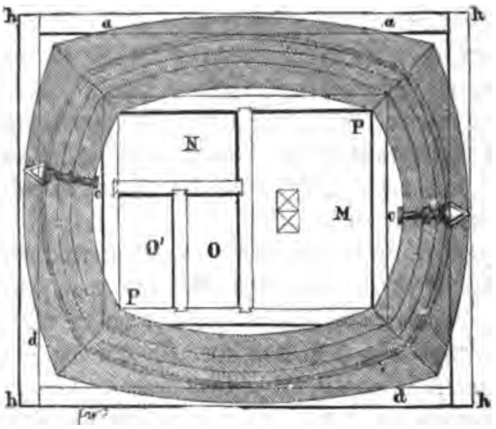


reducirt sich beinahe auf nichts, wenn man bedenkt, daß die großen Schachte einer Zimmerung bedürfen, vermöge deren sie die erforderlichen Abtheilungen

erhalten und daß diese Zimmerung sehr vergänglicher Natur ist, durch Fäulniß und Moder angegriffen wird und endlich selbst das Mauerwerk angreift, indem Nägel und Klammern zur Befestigung dienen, in dieses getrieben werden müssen, man daher selbst Hand anlegt zur Zerstörung des Mauerwerks.

Die in Figur 1217 gegebene Durchschnittszeichnung ist die in vielen französischen Bergwerken gebräuchliche, in Deutschland ist man meistentheils bei der viereckigen Form stehen geblieben, da man jedoch eingesehen hat, daß die geraden Wände nicht durchführbar sind, wenigstens wenn es sich um große Schachte handelt, so hat man viereckige und Bogenmauerung mit einander vereinigt, wie unsere Figur 1218 zeigt. Der Schacht wird in solch' einer Weite abgeteuft, daß die mehrere Fuß dicke Mauerung hinein gebracht werden kann und der in der Mitte bleibende leere Raume noch immer genügend ist zur Ausführung der erforderlichen Arbeit. Man macht den leer gesprengten Raum jederzeit ganz viereckig, zieht aber die Ecken des Mauerwerks so weit ein, daß sie sich gegen einander stützen können, daß die Sehnen der von ihnen beschriebenen Bogen ein Viereck bilden parallel mit der Wandung des Schachtes, und man führt die Mauerung so auf, daß die Wölbungen der vier Bogen, welche den Schacht bilden, an die Wände des ausgehöhlten Raumes stoßen. Ob dieses zweckmäßig ist, dürfte allerdings gefragt werden, es trifft unter solchen Umständen der mögliche Druck jederzeit zuerst die Wölbung selbst und die Widerlage, d. h. die vier Ecken werden vom Druck nicht berührt, können mithin nach außen weichen, welches, wie wenig es auch sei, doch auf den Bau nachtheilig wirken kann und es ist schwer einzusehen, warum man diesem Uebelstande nicht ausweichen will, dadurch, daß man den abgeteuften Schacht genau ebenso gestaltet, wie das Gemäuer späterhin werden soll. So gut wie man gerade Wände sprengen und behauen kann nach einem Richtscheit, ebenso gut kann man auch die Wände desselben Steins nach einer Schablone gewölbartig höhlen und es bleiben dann nicht vier leere Ecken übrig, auch ist es bei solcher Mauerung sehr leicht, das Gestein des

Fig. 1218.



Schachts mit dem Gestein der Mauerung durch hydraulischen Mörtel zu verbinden, was sich des Kostenaufwandes wegen von selbst verbietet, wenn große leere Ecken zurückbleiben. Die gute Füllung und der dichte Schluß, die genaue Verbindung des Schachtgesteins mit dem Mauergestein ist aber gerade bei wasserdicht sein sollenden Schachtbauten sehr wesentlich, denn in den vier Ecken können sich Wassersäulen ansammeln, die schließlich bei großer Druckhöhe jeder Bemühung sie abzuhalten spotten.

Wir sehen in Figur 1218 eine Wölbung von 3 Ziegelstärken, dieses ist nicht immer erforderlich, oft aber auch nicht genügend, bei 15 Lachter Höhe sind 2 Ziegel ausreichend (1 Lachter gleich einer Klafter, 6 Fuß), bei 45 Lachter Höhe sind 3 Ziegel erforderlich. Ist die Druckhöhe, der man Trotz bieten soll, 60 Lachter groß, so braucht man 4 Ziegelstärken. Man sieht, daß hieraus ein riesiges Mauerwerk, ein unterirdischer Thurm von ungeheurer Stärke entsteht, 60 Lachter heißt 360 Fuß, wenn nun der Schacht inwendig 14 Fuß lang und 10 Fuß breit ist, was durchaus keine zu große Weite genannt werden kann, so hat das Mauerwerk bei 4 Fuß Stärke einen Kubikinhalt von 118,560 Kubikfuß, d. h. eine Summe von 1185 Mille Ziegeln und wenn diese nur zu 10 Thalern angeschlagen werden (und man muß jederzeit die beste Sorte nehmen, weil sie einen gewaltigen Druck sowohl durch das Wasser von außen als durch die Last des Mauerwerks selbst auszuhalten haben), so haben wir schon nahezu 12,000 Thaler lediglich für die Steine zu dem Schacht, von dem Mörtel und dem Arbeitslohn gar nicht zu reden.

Die Fundamentirung eines solchen Schachts fordert die größte Aufmerksamkeit. Es sind dazu mancherlei Vorschläge gemacht worden, welche wir jedoch sämmtlich übergehen wollen bis auf das einzig richtige Mittel, guten Grund zu erhalten. Das Abteufen des Schachtes darf nicht früher aufhören, als bis man auf festen, nicht zerklüfteten Felsengrund kommt. Die Gesteinsart, ob es Granit oder Sandstein oder Kalk sei, kann man sich nicht aussuchen, das hängt von dem Gebirge ab, in welchem man arbeitet, aber was man auch für Gestein vorfindet, man darf nicht früher zu bauen anfangen, als bis man eine ganz feste Sohle erreicht hat.

Ist der Schacht auf das vollständigste gelungen und sind alle Vorsichtsmaßregeln gebraucht, um ihn, wie man zu sagen pflegt, wasserdicht zu machen, so ist er doch nicht wasserdicht, was man auch für Sorgfalt angewendet haben möge. Der Gewinn, welchen man gemacht hat, ist lediglich dieser, daß der Wasserzufluß verringert worden ist. Eine Druckhöhe von einigen dreißig Lachtern giebt dem Wasser eine solche, alles durchdringende Gewalt, daß vielleicht nur eine Mauerung mit Asphalt, bei welcher die Steine *selbst in Asphalt* getränkt worden sind und bei welcher

ferner dieses Erdharz in flüssigem, die Steine aber in heißem Zustande zur Anwendung kommen, vollständig wirksam wäre und eine solche Mauerung wird ein jeder Techniker für vollständig unausführbar erklären, da man unten im Schacht kein Feuer haben darf und oben die Steine zu erhitzen und das Pech zu sieden zwecklos sein würde, weil sie auf der langen Reise abwärts erkalten.

Immer aber ist sehr viel erreicht bei diesen wasserdichten Schachten. Ist der Wasserzufluß so, daß er 40 Kubikfuß in der Minute beträgt ohne Mauerung und man hat ihn durch die Cementmauer so weit zurückgehalten, daß er nur 10 Kubikfuß in der Minute ausgiebt, so ist seine Stärke bis auf ein Viertel der natürlichen ermäßigt und man hat also eine Maschinerie von nur solcher Leistung nöthig, nicht eine vierfache, wie sie erforderlich sein würde, wenn der Wasserzufluß ganz frei wäre.

Das Fundament des Schachtes, die unterste Gesteinsschicht, auf welcher der ganze Thurm ruht, darf nicht durch Sprengung hergestellt worden sein, weil man dadurch sehr leicht Risse in das Gestein bekommt, es muß die Ebenung der Grundfläche so vollführt werden, wie der Steinhauer einen großen Quaderstein ebnet. Der unterste Theil der Mauer ist gewöhnlich um einige Zoll stärker als er nach 40 oder 50 Fuß Höhe noch ist. Der Schacht nimmt übrigens auch in seiner Mauerdicke von unten nach oben regelmäßig ab, obwohl es nicht als ein Gesetz anerkannt werden kann, so ist doch ungefähr richtig, dem obersten Theil des Schachtes zwei Ziegelstärken zu geben und bei jedem hundert Fuß eine halbe Ziegelstärke zuzugeben. Natürlich hängt dieses von der Art des Gesteins ab, in welchem der Schacht niedergetrieben worden ist.

Um das Gebälk in den Schacht einzusenken, welches für die Abtheilungen desselben bestimmt ist, pflegt man auf gewisse Entfernungen Maueraussprünge oder Mauervertiefungen anzubringen, in denen die Balken ruhen können, ohne daß man nöthig hat, sie durch Nägel oder Bankeisen zu befestigen. Wo dieses dennoch geschieht, ist es immer ein Mißbrauch.

Damit nicht die ganze Last des Thurmes auf der untersten Gesteinschicht ruhe, pflegt man auch nach außen hin Mauervorsprünge anzubringen, welche sich in das Gestein der äußeren Schachtwandung, in die Masse des Berges einsenken. Dies geschieht nicht in Form von Kragsteinen, welche leicht abbrechen würden, sondern in Form eines Kranzes, eines Wulstes, welcher rund um das Mauerwerk geht. Um dasselbe anzulegen, wird man zuerst an der Stelle, wo die Verstärkung statthaben soll, einen entsprechenden Raum in das Gestein einhauen, welcher wenigstens die zwölffache Ziegelhöhe haben muß. Hier hinein drückt man nunmehr beim Weitermauern den Vorsprung oder Wulst, sorgt aber dafür, daß inwendig keine

entsprechende Vertiefung stattfinde, sondern bringt die nunmehr erforderliche größere Länge dadurch hervor, daß man zwischen zwei Ziegeln ein Stück einschiebt, welches bei der äußersten Reihe den Wulst hervorbringt. Man würde aber sehr Unrecht thun, wenn man diese eingeschobenen Stücke immer senkrecht über einander fortlaufen ließe; damit eine hierdurch entstehende Trennung der äußersten von der innersten Schicht nicht stattfinde, wechselt man damit regelmäßig ab und bringt z. B. in der untersten Lage des Wulstes die erforderlichen Einschiebsel von innen gerechnet hinter der ersten Steinschicht an, in der zweiten Lage hinter der zweiten, in der dritten hinter der dritten; bei der vierten fängt man wieder von vorn an und bringt das verlängernde Einschiebsel hinter der ersten Reihe an, wodurch dann eine ununterbrochene Festigkeit der Mauer erzielt wird.

Geht man nunmehr innerhalb des gemauerten Schachtes abwärts, durchbohrt man das Gestein um noch tiefer zu gelangen, so darf man die Sprengung nicht anwenden, man muß die fernere Abteufung mit dem Meißel vornehmen, erst wenn man 80 bis 100 Fuß tief unter dem Fundament des gemauerten Schachtes angelangt ist, darf man bei einer etwa nöthigen ferneren Vertiefung des Schachtes die Sprengung anwenden.

Sobald die Decke des Steinsalzgebirges gegen die Wasserzugänge gesichert ist, kann man an die Ausbeutung gehen und diese wird dadurch sehr erleichtert, daß das Mineral selbst, das Steinsalz eine in sich vorhandene elastische Festigkeit von solcher Art hat, daß es große Weiten trägt, daß man große Räume aushöhlen kann, ohne zu Stützen greifen zu müssen, wodurch die Kosten des Abbaues sich bedeutend verringern, der Abbau selbst aber ohne Gefahr für die Arbeiter unglaublich viel weiter getrieben werden kann, als bei anderen Mineralien.

Die gewöhnlichste Art des Steinsalzbaues wird Glockenbau genannt, er ist im südlichen Theil der Karpathen fast allgemein und hat eine gewisse Berechtigung für sich, obwohl die nach und nach erreichte Tiefe und das damit verbundene Grauen erregende des frei schwebenden Gewölbes sehr kräftige Naturen fordern, wenn sie nicht der Besorgniß erliegen, wenn sie nicht verzagen sollen.

Die Art des Abbaues ist folgende. Durch Bohrung wird ermittelt, ob man Steinsalz hat und wie tief dasselbe liegt. Beträgt die Entfernung von der Oberfläche nicht viel über 100 Fuß, so wird der Bau unternommen, wo nicht, so glaubt man in jenen Gegenden zu viel mit dem Wasser zu kämpfen zu haben.

Es wird, wenn man den Bau unternehmen will, nunmehr ein Schacht zur Förderung abgeteuft, nicht nur bis auf das Steinsalz, sondern noch 50 Fuß tief hinein.

In einer Entfernung, welche die Oertlichkeit bestimmt, von 2 oder 3 Lachtern, legt man gleichzeitig einen zweiten Schacht an, der eine derselben dient zum Herausschaffen des Salzes, der andere ist lediglich da, um den Leuten Zu- und Abgang möglich zu machen. Haben beide Schachte eine Tiefe von 60 und mehr Fuß in dem Steinsalzklumpen erreicht, so zimmert man den Schacht aus, hier jedoch nicht wasserdicht, wie man denn auch den Schacht niemals mauert, was beim Glockenbau überhaupt kaum möglich wäre, da man ihm das Fundament beim Weiterarbeiten wegnimmt.

Von nun ab erweitert man die Oeffnung immer mehr trichterförmig, so daß, wenn man tiefer kommt, die Breite des Schachtes zunimmt, zwar langsam, aber doch so, daß nach abermals 50 Fuß in Steinsalz die beiden benachbarten Schachte sich gegenseitig geöffnet haben.

Alles, was hier losgesprengt wird, ist Salz, ist das gesuchte Mineral, es wird mithin alles zu Tage gefördert, es bleibt nichts unten liegen, denn es giebt in diesen gewaltigen Salzklumpen kein taubes Gestein. Wie man tiefer schreitet, muß natürlich die Zimmerung des Schachtes durch neue Balken unterstützt werden. Wo man diese Arbeit nicht unternehmen will, darf man natürlich das Fundament der Zimmerung, das Steinsalz, auf welchem die Balken stehen, nicht wegnehmen, dann geht man von dieser Zimmerung seitwärts nieder, so daß, während sich der ganze Raum genau trichterförmig erweitert, doch gerade unter den beiden Röhren dieser Trichter, unter den Schachten, sich breitstufige Salzpyramiden finden, auf denen die Zimmerung stehen bleibt.

Da dieses Mittel, die Zimmerung unverlängert zu halten, indessen mit der großen Unbequemlichkeit verbunden ist, das Steinsalz korbweise bergauf zu tragen, bis man zum Fuße des Schachtes gelangt, die Bergleute aber durchaus nicht Freunde von unnöthiger oder gar ungewohnter Arbeit sind, so wird in der Regel kein solcher Pyramidenbau unternommen, sondern man verlängert regelmäßig mit dem Bergabschreiten auch die Schachtzimmerung, an einigen Orten macht man es auch so, daß man den Schacht selbst sehr viel weiter abwärts führt, als Anfangs nöthig, ihn von der fernsten Tiefe her auszimmert und dann erst an die Erweiterung geht, man steigt nämlich wieder so hoch hinauf, daß über dem Bergmann noch 60 bis 70 Fuß Steinsalz im Hangenden sind und dann fängt man an, sich von hier aus trichterförmig hinabzuarbeiten.

Von der Form einer Glocke, welche das zurückbleibende Steinsalz hat, rührt der Name her, von wem aber die Erfindung herrührt, ist nicht bekannt. Die Salzstöcke sind in den Karpathen so häufig und so mächtig, daß man an dieser Art der Gewinnung eigentlich nichts zu tadeln finden kann, es sei denn das mitunter etwas zu frühzeitige Verlassen des Baues.

Die Steinsalzmasse gewährt durch ihre Festigkeit und bei der Form der Höhlung ganz genügende Sicherheit, aber eben diese Form setzt ein sehr festes Fundament voraus, d. h. wieder Steinsalz. Wenn also bei der immer fortschreitenden Erweiterung des Trichters man aus dem Steinsalz herauskommt in das umgebende Gestein, so hält man nunmehr den Bau nicht ferner für sicher und man verläßt ihn in Folge der Besorgniß, daß dort, wo nicht mehr Steinsalz am Grunde liegt, die Wand einsinken könne.

Das hier Gesagte setzt voraus, daß man die mächtige Salzstufe von oben her gerade in der Mitte angebohrt habe und daß sie sich gewissermaßen kugelförmig nach allen Seiten gleich ausdehnt. Dieses wird natürlich nicht der Fall sein, man wird demnach auch keineswegs einen Trichter mit kreisförmiger Basis bilden dürfen, sondern man wird zuerst ermitteln müssen, welche Gestalt der Salzklumpen habe und dies geschieht entweder durch Bohrungen von der Oberfläche her, vermöge deren man die Erstreckung und die allmälige Absenkung des Salzstockes ermittelt oder es geschieht dadurch, daß man von den beiden Schachten aus Stollen nach verschiedenen Richtungen treibt, bis man das Ende des Klumpens erreicht hat. Nunmehr kann sich der Ingenieur des Bergwerks einen Plan entwerfen, kann die Richtungen angeben, nach denen zu am stärksten und am wenigsten gearbeitet werden soll und auf diese Weise wird sich der Bau vollkommen regelrecht so weit treiben lassen als irgend möglich, ohne das Leben der Leute zu gefährden.

Diese Versuche, diese Ermittelungsarbeiten sind durchaus nicht lästig, abgesehen davon, daß sie nöthig sind, darf man nicht vergessen, daß alles, was sie liefern, nicht taubes Gestein, sondern ein kostbares Mineral ist. Die sämmtlichen versuchsweise getriebenen Stollen liefern eine verkäufliche Waare.

Da man nicht gern die Seitenwände schwächt, so geht man in der Regel selbst mit diesen Stollen nicht ganz bis an die Grenze der Salzmasse, um aber doch zu wissen, wo denn die Grenze ist, pflegt man nach einer solchen Strecke, wie sie muthmaßlich bis an die Grenze führen würde, mit einem Bohrer weiter zu gehen, welcher einige Klafter lang ist. Hat man denselben noch ganz in Steinsalz fortgetrieben, so geht man mit den Stollen ihm nach und dann bohrt man weiter und so fort, bis man endlich in den begleitenden Gyps oder bituminösen Thon kommt.

Von oben her ist eine solche aschgraue, mit Bitumen stark durchzogene Thonlage fast immer die Decke für das Steinsalz.

Eine andere Art, die Schachte zu sichern und zu zimmern, ist folgende:

Sobald man durch die Erdschicht bis in das Steinsalz gelangt, und dort ein paar Lachter tief gedrungen ist, beginnt man sofort die trichter-

förmige Erweiterung, jedoch nur in sehr geringem Maßstabe, wenn man nun etwa 4 Lachter tief in Steinsalz steckt, so wird die Auszimmerung der Schachte begonnen und bis zu Tage geführt.

Hat man diese Arbeit vollzogen, so rückt man in der Mitte der Zimmerung noch 6 Klafter tiefer, jedoch nunmehr nicht wie bis hierher in viereckiger, sondern in kreisförmiger Gestalt.

Ist man so wieder 3 Lachter tiefer gelangt, so fängt man die trichterförmige Erweiterung beider Schachte an, dergestalt, daß sie in einer Entfernung von vielleicht 50 Fuß unter den beiderseitigen Fundamenten in einander übergehen und jetzt zwei Röhren eines gemeinschaftlichen Trichters werden.

Man sieht, worin diese Anordnung von der vorigen abweicht. Die Zimmerung des Schachtes bleibt oben in dem Steinsalzstock stehen, sie ruht auf dem obersten Theile des Trichters und man traut dem Steinsalz so viel Festigkeit zu, daß dasselbe diese Last ohne Gefahr für die Arbeiter tragen wird, eine Voraussetzung, welche sich bis jetzt immer noch als gerechtfertigt gezeigt hat.

Die Tiefe dieser Aushöhlungen beträgt nicht selten 500, 600 Fuß, und es ist in der That kein Spaß für die Arbeiter, sich durch den Schacht in diesen ungeheuer weiten Raum hinabzulassen. Das Seil, welches keine Leitung mehr hat durch die Wände des Schachtes, macht gewaltige Schwankungen und es gehört Anfangs große Selbstverleugnung dazu, sich solch' einem Fahrzeuge anzuvertrauen, nach und nach werden die Leute dessen allerdings gewohnt, doch kommen schreckliche Unglücksfälle überaus häufig vor, indem ein Seil so lange gebraucht wird, bis es reißt, geschieht dieses, wenn der Kübel oder Wagen voll von Leuten ist, so sind dieselben natürlich rettungslos verloren. Man erzählt sich, daß, um selbst dem Unglücke auszuweichen, sie das Zerreißen bei Nacht zu veranlassen pflegen, indem sie, wenn es ihnen zu schwach scheint, um noch viel auszuhalten, dasselbe reich mit Steinsalz belasten und irgend wo durchfeilen, ihm viele kleine Schnitte geben, welche es so zertrümmern, daß es reißen muß, ohne daß man doch sagen könne, es sei absichtlich zerschnitten worden. Auf dem Boden des Bergwerks liegen dann die Trümmer des Kastens und daß derselbe mit Steinsalz überladen war, kann nicht bewiesen werden, weil Steinsalz überall in großen und kleinen Brocken herumliegt.

Sind die Salzmassen in großer Menge an einander gelagert, haben sie ungewöhnliche Tiefe (Mächtigkeit) und erstrecken sie sich ohne Unterbrechung oder mit nur geringen Unterbrechungen sehr weit, wie dieses z. B. bei den Galizischen Salzwerken der Fall ist, so pflegt man den trichterförmigen, den Glockenbau zu verlassen und statt dessen den sogenannten Streckenbau einzuführen.

Durch Schachte oder Stollen bringt man in die Salzmasse ein, man sucht auch sie hinsichtlich ihrer Erstreckung kennen zu lernen und eine große Menge von jenen Abbauten von Wieliczka, einem uralten Bergwerk, dessen Erschließung in die graueste Vorzeit hinaufreicht, das man mithin wohl nach allen Richtungen kennen sollte, sind nur deshalb eingeleitet, um die Erstreckung einzelner mächtiger Nester, großer Salzklumpen in dem Salzthone, welcher das Gebirge bildet, kennen zu lernen.

In diesem wunderbaren Bergwerk ist die Tiefe so groß, daß man dieselbe in einer einzigen Aushöhlung zu durchsinken nicht für möglich oder wenigstens diese Gewinnungsart nicht für gut geeignet hält, da ist denn der Etagenbau eingeführt, man theilt die riesige Salzmasse in Stockwerke, breitet sich zuerst in derjenigen Höhe aus, welche man für sicher, für die Tragung des Gewölbes hält, dann geht man mittelst eines Schachtes 100 Fuß tiefer hinunter und breitet sich hier wieder aus, dann erreicht man durch einen neuen weiter getriebenen Schacht den Grund eines dritten Stockwerkes und so fort, in jedem Stockwerk bildet man große hohle Räume, Kammern, welche durch mächtige Steinsalzpfeiler von einander geschieden sind. Diese Pfeiler haben den Zweck, das oben auf ihnen lastende Steinsalz zu tragen sowohl als das auf diesem ruhende Gebirge. Die unteren Stockwerke legt man gewöhnlich so an, daß jede untere Kammer unter einer oberen Kammer liegt und daß die unteren Pfeiler die oberen stützen, zugleich sind diese unteren Pfeiler dicker als die oberen, mit den noch weiter nach der Tiefe zu liegenden Stockwerken findet dasselbe statt — sollte stattfinden, muß man allerdings sagen, denn es ist keineswegs in aller Strenge oder auch nur in der Mehrzahl der Fälle wahr; die Leute bauen dergestalt auf die Festigkeit des Steinsalzes, daß sie keineswegs die nöthige Vorsicht gebrauchen, allein sie haben doch die Hauptstützen an der rechten Stelle belassen und sie haben ferner die Erfahrung für sich, daß man dem Steinsalz viel bieten könne.

In einigen Abtheilungen dieses Bergwerks wird der sogenannte Strossen- oder Treppenbau befolgt, da nämlich, wo man von oben nach unten gehend eine sehr weite Höhlung gemacht hat, nach einer oder der andern Seite hin aber noch ungeheure Salzmassen liegen hat, welche man ohne Gerüst nicht von oben her würde ablangen können, da greift man sie von unten an, haut Treppen hinein und spaltet große Blöcke von diesen Treppen ab, welche dann zur Form mäßiger Biertonnen gehauen und gerundet, das Steinsalz in der eigentlich verkäuflichen Form geben. Es sind dieses die sogenannten Balbuni, die Steinsalztonnen, welche in dem größten Theile von Polen das Gewürz der Gerichte des gemeinen Mannes bieten, die Trümmer von der Behauung dieser Tonnen werden in Fässer von sehr

schlechtem, dünnem Holz gepackt und so verkauft. Was nicht auf diese Weise abgänglich ist, was keinen Käufer mehr findet, das kommt auf die Tafel der vornehmen Leute, es wird nämlich in Wasser aufgelöst, die Lösung wird abgedampft und das gewonnene krystallisirte Salz nach dem Trocknen in Fässern oder in Säcken verpackt, dem Handel übergeben.

Der Bauer aber würde sich für betrogen halten, wenn er solch' schneeweißes Salz zu seinen Speisen brauchen müßte, ihm sind zwar jene großen nassen Stücke, die er im Kaufladen aus der Heringstonne erhält, das liebste Salz, aber doch ist das grüne oder rothe Steinsalz ihm noch viel lieber als das weiße krystallisirte Tafelsalz.

Das gedachte Steinsalzbergwerk ist in der That eine große Merkwürdigkeit, es liegt nicht in der Nähe, sondern unterhalb der Stadt gleichen Namens und es erstreckt sich von Osten nach Westen zwei Meilen weit, von Norden nach Süden eine viertel Meile weit und hat eine Tiefe von 1220, nach andern gar von 4458 Fuß. Man sagt, dasselbe sei entdeckt worden dadurch, daß eine böhmische Königin, die heilige Kunigunde, Gemahlin Boleslaus des Keuschen, ihren Trauring hier bei einer Jagd verloren habe, derselbe sei in eine Erdspalte gefallen und bei Nachgrabungen nach demselben sei man auf das Salzlager gestoßen, gewiß ist, daß es seit dem 13. Jahrhundert in Bearbeitung steht.

Dieses Lager ist ein Theil des gewaltigen Steinsalzflötzes, das sich durch einen Strich von Ungarn und Siebenbürgen bis in die Moldau hinzieht.

Das Gebirge besteht aus mit Gyps gemischtem Thon, indem sich Spuren von Schwefel, von bituminösem Holz und von Steinkohlen zeigen. In der oberen Schicht dieses Thons ist das Steinsalz in Lagern vertheilt, welche oft 100 Fuß und mehr Mächtigkeit haben, es wird aber wenig geschätzt, weil es stark mit Thon gemischt ist.

Weiter unten liegt das Salz in mehr ausgedehnten Strecken und wird auch je tiefer desto reiner.

Es ist unglaublich, welch' ein Wunderwerk dieser Salzbau einschließt; einige Zahlenangaben werden genügen. Die Länge der ausgehauenen Stollen beträgt 120 Wegstunden, d. h. wenn man zu Fuß dieselben sämmtlich einmal durchgehen wollte, so würde man die Zeit von 120 Stunden [illegible] brauchen, auf die gewöhnliche Weise in Meilen verwandelt, [illegible] 80 Meilen heißen müssen (eine Stunde ist gleich ⅔ einer Meile). [illegible] Bergwerk hat 5 Stockwerke (in Oesterreich Contignationen genannt [illegible] oberste Strecke derselben ist durch Holz gestützt, da das Stei[illegible] nicht dicht, noch nicht fest genug ist, die vier unteren [illegible] bereits bemerkt, nur durch

führen 13 Schachte, über welchen kleine Häuser befindlich sind, die Stockwerke sind durchschnittlich 30 Klafter hoch ausgehöhlt und die Decke, welche über einem jeden stehen geblieben ist, hat im Durchschnitt noch größere Stärke.

Mit dem Ausbringen des Salzes und der Gewinnung desselben sind 120 Arbeiter und 60 Pferde beschäftigt. Man hat behauptet, daß die sämmtlichen Arbeiter unten in diesem Bergwerk wohnten, dies ist jedoch keineswegs der Fall, wohl aber ist es so mit den Pferden, welche auch ihre schönen Ställe daselbst haben.

Das Bergwerk liefert jährlich zwischen 1½ und 2 Millionen Centner Salz, welche in länglichen Walzen (Balbuni) oder in Quadern (Formalstücken) abgehauen oder abgesprengt werden.

Dieses Steinsalz wird beinahe nur von den Slaven in Polen und Rußland genossen, bildet jedoch einen so wichtigen Handelsartikel, daß das Bergwerk die Perle unter allen Bergwerken Oesterreichs genannt wird.

Es giebt weißes, grünes, rothes und krystallisirtes Steinsalz. Das weiße ist begreiflich das reinste, es wird darum auch nicht als Steinsalz, sondern als Tafelsalz verkauft, es wird zerstoßen und dann in Säcken oder Tonnen in den Handel gebracht, wo es sofort der Küche übergeben wird, obschon es keineswegs vollkommen rein ist, es wird übrigens mit dem Meißel ähnlich dem Marmor oder Alabaster zu einer Menge kleiner zierlicher Sachen, Crucifixe, Kanonen, Statuetten ausgemeißelt und bildet in dieser Gestalt einen nicht unwichtigen Gegenstand des Handels, namentlich von Seiten der Bergleute selbst, die sich mit der Bearbeitung dieses Stoffes vorzugsweise abgeben. Seit einigen Jahren ahmt man diese Kunsterzeugnisse aus Steinsalz durch Glas nach, welches in Formen gegossen und dann an seiner Oberfläche so eigenthümlich matt geschliffen wird, daß es die täuschendste Aehnlichkeit mit den Arbeiten aus Steinsalz erhält.

Das Bergwerk kann von Reisenden auf zweierlei Weise befahren werden, entweder besteigt man dasselbe durch eine Wendeltreppe von 470 Stufen oder man fährt an einem Tau hinab, an welchem Gurtsitze befestigt sind, deren unterster für den Bergmann mit der Lampe, deren zweiter für den Führer und deren dritter für den Reisenden selbst bestimmt ist. Man hat diese Anordnung getroffen, weil nicht selten ein unangenehmer Schwindel die Reisenden befällt und ihnen dann durch die Bergleute hülfreiche Hand geleistet werden kann.

In der obersten Etage zeigt der Führer vor allem die berühmte Kapelle des heiligen Antonius, welche aus rothem Salzstein ausgehauen ist, die Kapelle ist förmlich eingeweihet und dient für die Bergleute als Versammlungsort, wenn sie die Messe hören wollen. Der Salzstein, aus wel-

chem sie gehauen ist, kommt jetzt nur noch selten vor, wiewohl er der schlechteste ist, also um seine Abwesenheit nicht getrauert zu werden braucht, so giebt diese Seltenheit doch Grund genug, die Kapelle als besondere Merkwürdigkeit zu betrachten. Vor diesem Heiligthum steht die kolossale Statue August II., gleichfalls aus demselben Salz gemeißelt.

Ein Stockwerk tiefer liegt schwarzes Steinsalz und aus diesem ist durch den sogenannten Glockenbau ein ungeheurer Saal gebildet, von welchem die Bergleute erzählen, daß er 7000 Fuß lang und 3000 Fuß breit sei. Wahrscheinlich hat Niemand diese Angaben nachgemessen.

Der Raum heißt der Kronleuchtersaal von einem aus Salz geschnittenen ungeheuren Kronleuchter, er ist durch mächtige Säulen von Steinsalz gestützt, an denen man Leitern angelehnt sieht zum Hinaufsteigen der Bergleute, welche dort oben in schwindelnder Höhe beschäftigt sind, Salzmassen loszuarbeiten. Der Besuchende sieht die Lampe derselben über sich als ob es Sterne wären. Auch ein Obelisk von bedeutender Größe befindet sich hier zur Erinnerung an den Besuch des Kaisers Franz im Jahre 1817.

In diesen Saal sinkt auch ein schöner Wasserfall, längs dessen man hinaufsteigen kann zu anderen höher gelegenen Stockwerken.

Unweit dieses großen Raumes hat man einen zweiten noch weitläufigeren Hohlbau, den sogenannten Tanzsaal mit schönen, schlanken Säulen, mit prächtigen, aus Steinsalz gehauenen Kronleuchtern, mit einem kolossalen österreichischen Adler, mit vielen auf Steinsalztafeln gemalten Transparenten, mit einem Orchester, mit einer schönen Täfelung des Bodens u. s. w. In diesem Saale wurde der polnischen Regierung, welche im Jahre 1813 ihren Rückzug aus dem von Napoleon geschaffenen, nur ein paar Jahre alten Großherzogthum Warschau antrat, ein solenner Ball gegeben. Man erzählt sich Wunderdinge von der Pracht dieses Festes und von der wunderbar feenhaften Schönheit des unterirdischen Palastes.

In diesem Bergwerk finden sich ferner 14 oder 16 Wasserbecken, davon 4 mit Kähnen befahren werden, um das auf einer Seite gewonnene Salz nach der andern Seite überzufahren. Die Bergleute erzählen, das Wasser sei dergestalt mit Salz geschwängert und gesättigt, daß sein Spiegel ganz schwarz aussähe. Dies kommt aber nicht von dem Inhalt von Salz her, welches auf die Farbe des Wassers gar keinen Einfluß hat, sondern von den schwarzen Wänden und Wölbungen, welche ihn umgeben. Wasser löst eine bestimmte Menge Salz auf und zwar in siedendem Zustande nicht mehr als in kaltem und daß eine Salzlösung farblos sei, kann ein Jeder erfahren, der sich eine solche in einem Glase macht. Das schwarze Steinsalz aber ist nur schwarz von beigemengten Unreinigkeiten, bituminösem

Thon rc., diese werden nicht mit aufgelöst, können zwar anfänglich die Lösung trüben, in welcher sie schweben, eben diese Lösung wird aber klar, wenn man ihr Zeit und Ruhe gönnt und beides haben die Seen in den großen Salzbergwerken. Ein mit einem Glase oder mit der hohlen Hand geschöpfter Theil dieses Salzwassers zeigt, daß dasselbe völlig durchsichtig und farblos ist.

Da in dem Bergwerke trotz der Seen eine überaus große Trockenheit herrscht und der Salzstaub in der Luft schwebend eingeathmet wird, so fühlt man bald einige Beschwerden davon, dagegen läßt sich nun allerdings nichts thun, um die Kleider aber diesem Salzstaube nicht auszusetzen, pflegt man, bevor man das Bergwerk befährt, seine Oberkleider wenigstens abzulegen und sich mit einem gewöhnlichen Hemde, darüber aber noch mit einem zweiten längeren Hemde, einer sogenannten Blouse, zu bekleiden.

Auf einem der größten Seen fährt man den Besuchenden bis tief in eine Schlucht hinein, woselbst ihn eine schwermüthige Hornmusik empfängt. Dem Beschauer gegenüber läßt man nun erst einige Raketen steigen, welche die bedeutende Höhe dieses Gewölbes erkennen lassen, dann wird rothes, bengalisches Feuer angezündet, welches über den See her leuchtet und den Reisenden sammt seinen weiß bekleideten Begleitern, die Bergknappen, erkennen läßt. Die Wirkung dieser Beleuchtung soll wahrhaft zauberisch sein.

Gerade unter diesem See befindet sich eine zweite gewaltige Höhle und da das Wasser durch das Gewölbe sinkt, so bilden sich Tropfsteinsäulen aus Stalactiten und Stalagmiten, Salzkegel, welche sich von der Decke herabsenken und vom Boden derselben entgegenwachsen, gerade so wie in Höhlen des Kalksteingebirges.

Die Arbeiter werden alle 8 Stunden abgelöst, es sind also für jeden Tag 3 Schichten von Knappen vorhanden und der Bau geht Tag und Nacht fort. Da der Salzstaub die Kleider angreift, arbeiten die Leute bis an den Gürtel nackend; sie unterscheiden sich in Bandhauer, die geübtesten, welche in dem unteren Stockwerke oder überhaupt da arbeiten, wo sich die Salzmassen am mächtigsten zeigen; in Streckenhauer, welche neue Gänge, Stollen, Strecken eröffnen und fortführen; in Formalhauer, welche in dem obersten Stockwerke das Salz bearbeiten, um demselben die verkäufliche Form zu geben; endlich in Eisenhauer, welche mit ihren Spitzhacken die unreinen Stücke aus der Salzmasse herausarbeiten.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Art der Salzgewinnung eine sehr vortheilhafte ist, wenn man das Material, welches gewonnen wird, gleich so verkaufen kann, wie dieses hier bei den galizischen Bergwerken der Fall ist. Für den Hausgebrauch der übrigen nicht slavischen Länder wird jedoch jederzeit krystallisirtes Salz verlangt, d. h. solches, das zuerst

in einer Auflösung vorhanden gewesen, dann durch Verkochung
in den krystallisirten Zustand versetzt und nun getrocknet in den
gebracht wird. Wollte man nun das Steinsalz aus dem Bergwerk
hauen, zu Tage fördern, dort in Wasser auflösen und dann durch
kochung wieder gewinnen, so würde man nicht mit Vortheil, sondern
Nachtheil arbeiten, darum wird in allen Ländern, in denen man
Steinsalz in Massen nicht braucht und nicht kauft, in Deutschland, F
reich, England ꝛc., ganz anders gearbeitet.

Die Sinkwerke.

Dies ist der Name derjenigen Salzbergwerke, aus welchen man
Salz nicht als Stücke, sondern als Flüssigkeit gewinnt. Die Meth
ziemlich alt und wahrscheinlich ist man durch die Natur darauf g
worden. Es giebt natürliche Salzsoolen, Salzquellen, denen man
Graben nur nachzugehen braucht, um auf das Salzlager zu kommen
welchem sie gespeist werden, und es ist nichts weiter als ein natü
Vorgang, welchen man nachahmt, wenn man ein Sinkwerk anlegt,
hat hierbei aber noch den großen Vortheil, daß man Salzwasser bel
selbst da, wo kein Steinsalz ist, nämlich aus dem gewöhnlichen Be
desselben, aus dem Salzthon, der es in der Regel in großen M
bedeckt.

Die gewöhnlichste Art der Salzgewinnung ist die folgende:

Da, wo man vermöge der Bodenbeschaffenheit der Formatio
Steine, welche man findet, muthmaßt, daß Salz vorhanden ist, bohrt
das Feld versuchsweise an. Dies geschieht immer mit dem sch
Bohrer, ist also eine ziemlich leichte und wenig kostspielige Arbeit.

Ist man auf Salz gekommen, so erweitert man das Bohrloch
man bohrt ein zweites unfern davon.

Eine erste Bedingung zur Anlegung eines Sinkwerks ist
handensein von Wasser. Wo dieses fehlt, würde die Anlage
vergeblich, sie würde eine ganz verfehlte sein, es müßte
maßung vorliegen, daß man beim Niederführen des Boh
Wasser finden würde, was zwar möglich ist, was
Anschein von Gewißheit niemals voraussagen läßt.

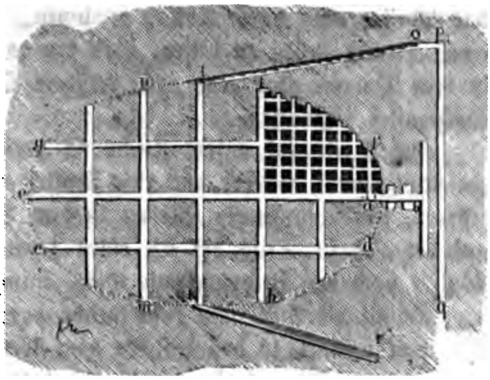
Hat man das Bohrloch erweitert, oder das

:ben, so führt man Wasser in eines der Bohrlöcher so lange, bis füllt ist oder bis man wahrnimmt, daß es sich nicht wird füllen ches ein Anzeichen einer vorhandenen Höhlung oder eines lockeren den Bodens ist. In einem wie in dem anderen Falle wird ite Bohrloch oder in das erweiterte eine Reihe kupferner Röh- zt, welche schließlich bis auf den Boden des Bohrloches reichen. te dieser Röhren ist mit vielen Löchern und darüber mit einem versehen, solchergestalt, daß das Wasser zwar eindringen kann, n Unreinigkeiten jedoch abgehalten werden. Durch dieses Rohr n das Salzwasser aus, während man durch die weitere Röhre die zweite Bohrung immerfort süßes Wasser zufließen läßt.

önnen uns das Uebrige betreffend auf den III. Theil dieses Buches berufen, woselbst das ganze Verfahren auf das Genaueste be- orden ist. Die bergwerkartigen Auflösungsbauten werden jedoch merksamkeit noch kurze Zeit in Anspruch nehmen.

: Fig. 1219 zeigt aufgefundenen ck, welchen man sser ausbeuten rlich muß man em Wasser zu- achen, dies ge- urch, daß man durch treibt, auf rhin das Wasser n, diese Stollen Oesterreichischen, as salzburgische : besonders reich

Fig. 1219.



Sinkwerken ist, den sonderbaren Namen Oeffen und zwar heißen welche wir hier mit c d bezeichnet sehen, Langöffen, zugleich auch effen, die andern, welche quer laufen, heißen zwar gleichfalls ffen, führen aber auch noch den Namen Kreuzöffen. Der mittlere ngeren Oeffen heißt der Langoffen und da er hauptsächlich dazu die Mächtigkeit oder vielmehr die Längenerstreckung des Salz- ntersuchen, so wird er auch der Probiroffen genannt.

lbsicht bei der Eröffnung dieser Stollen ist, dem Wasser später- nde Angriffspunkte zu geben, denn je mehr derselben vorhanden schneller wird [illegible] t sich in eine gesättigte Salzlösung [illegible]

in einer Auflösung vorhanden gewesen, dann durch Verkochung derselben in den krystallisirten Zustand versetzt und nun getrocknet in den Handel gebracht wird. Wollte man nun das Steinsalz aus dem Bergwerk aushauen, zu Tage fördern, dort in Wasser auflösen und dann durch Verkochung wieder gewinnen, so würde man nicht mit Vortheil, sondern mit Nachtheil arbeiten, darum wird in allen Ländern, in denen man das Steinsalz in Massen nicht braucht und nicht kauft, in Deutschland, Frankreich, England rc., ganz anders gearbeitet.

Die Sinkwerke.

Dies ist der Name derjenigen Salzbergwerke, aus welchen man das Salz nicht als Stücke, sondern als Flüssigkeit gewinnt. Die Methode ist ziemlich alt und wahrscheinlich ist man durch die Natur darauf geführt worden. Es giebt natürliche Salzsoolen, Salzquellen, denen man durch Grabeu nur nachzugehen braucht, um auf das Salzlager zu kommen, aus welchem sie gespeist werden, und es ist nichts weiter als ein natürlicher Vorgang, welchen man nachahmt, wenn man ein Sinkwerk anlegt, man hat hierbei aber noch den großen Vortheil, daß man Salzwasser bekommt selbst da, wo kein Steinsalz ist, nämlich aus dem gewöhnlichen Begleiter desselben, aus dem Salzthon, der es in der Regel in großen Massen bedeckt.

Die gewöhnlichste Art der Salzgewinnung ist die folgende:

Da, wo man vermöge der Bodenbeschaffenheit der Formation der Steine, welche man findet, muthmaßt, daß Salz vorhanden ist, bohrt man das Feld versuchsweise an. Dies geschieht immer mit dem schwächsten Bohrer, ist also eine ziemlich leichte und wenig kostspielige Arbeit.

Ist man auf Salz gekommen, so erweitert man das Bohrloch oder man bohrt ein zweites unfern davon.

Eine erste Bedingung zur Anlegung eines Sinkwerks ist das Vorhandensein von Wasser. Wo dieses fehlt, würde die Anlage überhaupt vergeblich, sie würde eine ganz verfehlte sein, es müßte denn die Muthmaßung vorliegen, daß man beim Niederführen des Bohrloches selbst genug Wasser finden würde, was zwar möglich ist, was sich indessen mit einem Anschein von Gewißheit niemals voraussagen läßt.

Hat man das Bohrloch erweitert, oder das zweite bis auf das Salz

das Wasser in den Stollen um so höher, je größer der Unterschied zwischen Zu- und Abfluß von Wasser ist. Die größere Höhe bedingt einen größeren Druck auf das Salz, mithin eine stärkere Auflösung desselben, schließlich aber findet eine solche Abgleichung statt, daß nun unten genau so viel Wasser ausströmt, als oben einfällt.

Dieses geschieht, wenn die Druckhöhe des im Stollen befindlichen Wassers so weit gestiegen ist, daß dadurch der Ausfluß von kr in dem Grade beschleunigt wird, daß unten so viel ausströmt, als oben einströmt, ein Verhältniß, welches unter allen Umständen hergestellt werden kann, denn die Zoll große Oeffnung entläßt so viel Wasser, als die Fuß große zuführt, wenn die Druckhöhe nur bedeutend genug wird, um das unten aus der Zoll großen Oeffnung fließende Wasser dergestalt zu beschleunigen, daß die Geschwindigkeit des Ausflusses kompensirt, was die Masse des Zuflusses herbeiführt.

Auf dieser Erscheinung beruht die Möglichkeit, Fontainen lediglich durch den Druck des Wassers hervorzubringen. Der Zulauf, welchen die berühmte Fontaine der Wilhelmshöhe bei Cassel hat, ist zum mindesten 20 Mal so groß in seinem Querschnitt, als die Oeffnungen sind, durch welche in der Schließplatte der Wasserstrahl emporsteigt. Die Höhe wird erreicht dadurch, daß die speisende Wassersäule immer gleich hoch gefüllt erhalten wird, wollte man oben aber nicht mehr einfüllen, als ohne einen Druck von ein paar hundert Fuß unten ausfließen kann, so würde in wenigen Sekunden das Schauspiel ein Ende erreicht haben. Es muß oben eine so gewaltige Menge Wasser zufließen, als unten bei einem Druck von ein paar hundert Fuß Wasserhöhe irgend ausströmen kann, alsdann bleibt die Sprunghöhe der Fontaine immer dieselbe, wie natürlich auch die fallende Wassersäule bei gleicher Höhe bleibt, wodurch eben die Sprunghöhe bedingt wird

Dieses Experiment macht man auch bei den Sinkwerken, aber es läßt sich die Veranstaltung auch noch so treffen, daß der Kanal kr nicht abwärts, sondern aufwärts führt, in diesem Falle aber wird das Salzwasser doch nie so hoch steigen, als das süße Wasser im Stollen steht, weil die spezifischen Gewichte des süßen und des Salzwassers verschieden sind (siehe Theil III. Seite 493).

Aus dem bisher Gesagten scheint eine große Einfachheit der ganzen Anlage hervorzugehen, man meint beinahe, ein Jeder könne solche Anlage machen, es sind jedoch sehr viele Nebenumstände vorhanden, welche alle berücksichtigt werden müssen, wenn das Unternehmen gelingen soll.

Das Wasser greift den Himmel, d. h. die obere Seite der Höhlung,

das Dach derselben viel stärker an, als die Soole den Boden der Höhlung oder die Seitenwände, welche man Ulmen nennt.

Da nur das Lösliche von dem Wasser aufgenommen wird, so ergiebt sich von selbst, daß Erde, Sand, Kalk, Gyps, Thon, welche von dem Steinsalz eingeschlossen werden oder umgekehrt dasselbe einschließen, unaufgelöst zu Boden fallen. Hierdurch wird die Soole erhöhet und zwar ziemlich bald in solchem Maße, daß die ableitenden Röhren dadurch verstopft werden können.

Man muß daher von Zeit zu Zeit den Zufluß des Wassers hemmen und den Abfluß gleichzeitig so befördern, daß möglichst viel von dem Schlamme mit ausfließt und das Sinkwerk nach und nach entleert wird.

Wenn man nunmehr den Bau untersucht, so wird man denjenigen Stollen sehr deutlich auffinden können, wo durch die auflösende Kraft des Wassers zu viel gethan ist und man wird diesen Stollen durch einen sehr starken Beschlag mit fettem Thon gegen fernere Angriffe schützen. Die Soole wird nunmehr geebnet und es wird untersucht, wie groß die Entfernung von derselben bis zum Himmel, bis zum Dach der Grube ist.

Es sind drei Fälle möglich, die Entfernung kann trotz der Erhöhung der Soole gleich geblieben sein, sie kann aber auch vermehrt, sie kann vermindert sein, das erstere tritt dann ein, wenn der Salzreichthum gerade so groß ist, daß die ungelöst herabfallenden Substanzen (welche aufgeschüttet mehr Raum einnehmen, als sie vorher in das Salz eingewachsen, eingenommen haben) den Boden gerade um so viel erhöhen, als das Dach der Grube selbst erhöhet, d. h. abgespült wird. Ist die Salzmasse sehr bedeutend vorwiegend und sind nur wenig Unreinigkeiten darin, so wird die Entfernung zwischen Soole und Himmel wachsen. Umgekehrt wird sie sich vermindern, wenn die Salzmenge in dem Gestein geringer war, als die damit verbundenen unlöslichen Mineralien.

Man läßt die Höhe nicht gern über 8 Fuß wachsen und man regelt nach diesem Grundsatz die Höhe der Soole solcher Art, daß man den Bodensatz entweder hinaus schafft, wenn seiner zu viel geworden, oder daß man taubes Gestein hinein schafft, wenn dessen zu wenig geworden.

Der Druck, welchen man anwendet, muß sich jederzeit nach der Beschaffenheit des Salzgesteins richten. Ist er zu groß, so wird nicht mehr aufgelöst, sondern es wird nur das Gestein der Decke mürbe gemacht und es wird ein Absinken, ein Niederstürzen desselben in Blöcken veranlaßt. Hat dieses nun auch weiter keine besondere Gefahr, so ist es doch immer ein Verlust für das Bergwerk, denn dasjenige Salz, was einmal am Boden liegt, wird nicht mehr angegriffen, indem unten gesättigte Soole befindlich, welche kein Salzatom mehr aufnimmt.

Man kann allerdings es auch dahin bringen, daß der Himmel nicht mehr angegriffen wird und es kann Fälle geben, in denen man dieses ...en will, dann verhindert man den Abfluß der Soole, läßt das Gewölbe ... zur Berührung der Decke stehen und allmälig wird die ganze Masse ... im Bergwerk stehenden Wassers ein gleiches specifisches Gewicht er...lten, es wird alsdann die Soole in der Nähe des Bodens nicht schwerer ...n, als in der Nähe der Decke, und das ist nun der Zeitraum, in wel...em von der Decke so wenig abgelöst wird, als vorher von der Soole. ...an läßt mitunter ein Sinkwerk mit gesättigter Soole stehen, um dieselbe ... Reserve zu benutzen.

Die Druckhöhe wird noch aus einem andern Grunde nur mäßig hoch ...ommen.

Dort, wo die Abzugsröhren liegen, wo die Stollen nach außen mün...n, sind sie durch Lettendämme versetzt, durch festgeschlagenenen Thon, ...lcher das unzweckmäßige Ausströmen der Soole verhindern soll. Diese ...ämme können nicht so stark gemacht werden, daß sie jedem beliebigen ...rucke Widerstand leisten, daher muß nach der Stärke und Widerstands...igkeit derselben die Druckhöhe des Wassers geregelt werden.

Man könnte allerdings den Berg an dieser Stelle überhaupt ge...lossen lassen und könnte das Salzwasser auf eine andere Weise als durch ...fluß zu gewinnen suchen, es bedürfte dann keiner Dämme und der ...asserdruck könnte beliebig hoch gegeben werden. Aber abgesehen von der ...zweckmäßigkeit des zu hohen Drucks, ist jede andere Art der Förderung ...es Salzwassers mit Kosten verknüpft, der freie Ablauf desselben aber ist ...tenlos, endlich sind diese nach abwärts führenden Stollenmündungen ...n großer Wichtigkeit, indem vorzugsweise durch sie die Soole des Berg...werks gereinigt werden kann.

Auch die Ableitung des Salzwassers ist nicht so einfach, als man sich ...eselbe vorstellt. Ist der abzubauende Salzstock wirklich reines Steinsalz, ... genügt es allerdings, ein paar Röhren durch den Damm zu führen, ...urch welche das gesättigte Salzwasser ablaufen kann, ist aber, wie dieses ...er gewöhnliche Fall ist, der Salzstock mit vielen Unreinigkeiten versetzt, ... wird sich sehr bald die Röhrenleitung verstopfen. Deshalb erbaut man ...en großen viereckigen Kasten von Zimmerwerk, auswendig mit schlechten ...chaalbrettern bekleidet, ähnlich von oben her bedeckt. Er reicht beinahe ... an den First, an den Himmel des Salzwerks, da aber das zugeführte ...r auch ihn erfüllt, und auch über ihm den Salzstock angreift, so muß ...ch gut schließend gemacht werden, damit abgetrennte Bröckeln von ...einen Steinen, Thon &c. nicht durch die Decke in den Kasten fallen, ... will man eben rein davon erhalten, er ist gebaut worden,

damit weder von der Seite noch von oben verunreinigende Substanzen der Abzugsröhre gelangen können.

In diesen Kasten hinein hängt man den einen Schenkel eines gro heberförmig gebogenen Rohrs, dessen anderes Ende durch den Schutzde hindurch nach außen geht und das Salzwasser abführt. Damit dieses liebig geregelt werden könne, ist ein solches Rohr natürlich mit e Hahnenvorrichtung versehen und dieselbe bleibt geschlossen, bis man w daß die gebildete Soole die erforderliche Concentration, die wirkliche Sä gung erreicht hat.

Solcher Absäugekasten haben große Sinkwerke drei, vier, auch m und wie die Soole steigt, der Himmel abfällt, die Firste in die H wandert, so wird auch der Absäugekasten mit erhöht.

Man muß sich nicht einbilden, daß die Sättigung des Wassers schnell vor sich gehe, wie man dieses im Laboratorium bewerkstelligen ka da unterstützt man die Auflösung durch Umrühren, dadurch, daß man Salz mit immer neuen, noch nicht gesättigten Antheilen von Wasser Berührung bringt, dies geht nicht bei einem Sinkwerk, da kann kein M hinein, um das Wasser zu verrühren, um es durch Bewegung mit mehre Antheilen von Salz in Berührung zu bringen, da muß man alles Zeit überlassen und es ist nicht zu leugnen, daß dieses eine lange Zeit bei größeren Sinkwerken wird ein ganzes Jahr erfordert, bevor die ga in demselben enthaltene Wassermasse bis oben hin, bis an den First v kommen gesättigt ist. Bei kleineren Sinkwerken kann man allerdings ö ablassen und füllen, doch wohl niemals mehr, als 3 Mal im Jahre.

Hieraus allein geht hervor, daß ein Sinkwerk ein Unding ist, müssen mehrere Sinkwerke, es müssen viele bei einander sein, damit Versieden der Soole sowohl als das Herstellen derselben keine Unt brechungen erleide, und es ist auch nichts leichter als dieses, indem Salzstöcke es ertragen, daß man deren zwei bis drei über einander an vorausgesetzt, daß sie nur die nöthige Entfernung von einander haben, man ein Sinkwerk 40 bis 50 Fuß höher an, als das andere, so k man in beiden zu gleicher Zeit und auf gleich kräftige Weise arbeiten, Soole des oberen wird so wenig angegriffen als die Soole des unte abgespült wird nur vom Himmel, bis sich daher dieser der Soole des gelegenen Sinkwerks so sehr nähert, daß Gefahr des Einsturzes vorh ist, kann man unbesorgt fortarbeiten, ja man dürfte selbst auch die Arbeit fortsetzen, weil ja in dem Bergwerke Niemand ist, d werden könnte, es handelt sich also nur darum, ob es räth ob es möglich sei, das Abspülen und Auflösen bis zur brechung fortzusetzen.

Die mehreren verschiedenen Sinkwerke werden nicht gleichzeitig, sondern eines nach dem andern angelegt, damit ein jedes ein viertel Jahr, ein halb Jahr oder auch beliebig kürzere so gut wie beliebig längere Zeit nach dem andern fertig wird und gesättigte Soole ausgiebt. Die Zahl der Sinkwerke und die Schnelligkeit, mit der ihre Vollendung betrieben wird sowohl als ihre Ausdehnung, muß im Verhältniß zu dem Grundkapital des Fabrikherrn, muß im Verhältniß zu der Größe und Thätigkeit der Siedehäuser stehen, kann man dasjenige an Salzsoole, was ein Sinkwerk liefert, 12 Mal im Laufe eines Jahres zum Verbrauche bringen, so muß man 12 Sinkwerke haben, deren jedes einen Monat später als das vorhergehende fertig geworden ist, vorausgesetzt, es bedürfe eines Jahres, um die Soole des Sinkwerks vollständig zu sättigen. Kann das Siedhaus nur die Hälfte davon leisten, so sind 6 Sinkwerke, deren jedes zwei Monate später als das vorhergehende fertig wird, ausreichend.

Nachdem die Soole für gesättigt erachtet ist, läßt man sie in dem Sinkwerk selbst noch einige Wochen stehen, um schon hier eine möglichst vollkommene Klärung, ein Absetzen des größten Theiles aller Unreinigkeiten herbeizuführen. Bei dem hierauf folgenden Ablassen wird die Soole in sehr große Cysternen, in mächtige steinerne oder hölzerne Behälter gebracht. Die letzteren wendet man nur an, wenn man nicht festes Gestein unter sich hat, in diesem Falle aber senkt man dieselben tief in das Erdreich, damit sie durch den Druck der Erde von außen nach innen widerstandsfähiger werden gegen den Druck des Salzwassers, welches von innen nach außen drängt und welches durchaus nicht unbedeutend wirkt, wenn das Gefäß hoch ist, was wiederum erforderlich wird, damit die Flächenausdehnung der Behälter nicht zu groß werde.

Auch in diesen Behältern läßt man die Soole nach dem Einfüllen mehrere Tage ganz ruhig stehen, damit die letzten Spuren von Verunreinigungen durch unlösliche Substanzen entfernt werden. Verunreinigungen durch lösliche Substanzen können allerdings auf diese Weise nicht beseitigt werden, sie scheiden sich erst aus, wenn das Salz versotten wird, aber sie gehen mit in das Salz über, wenn man die Scheidung nicht sorgfältig bewirkt.

Zur Reinigung des Sinkwerks von etwa leicht beweglichem Schlamm wird an einigen Orten ein eigenthümliches und, wie es scheint, nicht unangemessenes Verfahren eingeschlagen.

Nachdem die gesättigte Soole aus dem Sinkwerk abgelassen ist, wird dasselbe möglichst schnell mit Wasser gefüllt, nachdem man zuvor den Damm, welcher die abführenden Stollen verschließt, untergraben und so weit geöffnet hat, daß aus dem gefüllten Sinkwerk ein mächtiger Strahl

Wasser entweichen kann. Die Oeffnung ist durch ein Bohlenstück, welches wohl gestützt wurde, zugesetzt. Wenn nun die Füllung des Sinkwerks vollzogen ist, werden die Stützen der verschließenden Bohlenstücke weggenommen, alsbald wirft das Wasser dieselben hinaus und es strömt fast alles, was in dem Bergwerk an Wasser vorhanden war und die rasche Bewegung, mit welcher dieses geschieht, rührt den Schlamm auf und führt ihn mit fort. Auf solche Weise wird aus den Hauptgängen beinahe alles, aus den Nebengängen der größte Theil des niedergesunkenen Schlammes entführt und es ist eine große Arbeit mit geringem Kostenaufwande vollzogen. Sind allerdings mehr Gestein- als Schlammmassen vorhanden, so ist diese Methode nicht besonders wirksam.

Das Aushöhlen eines Salzstocks, um denselben zum Betriebe eines Sinkwerks einzurichten, wird gewöhnlich mit Hammer und Meißel, mitunter auch durch Sprengung vollzogen und dies ist die kostbarste Arbeit an dem ganzen Bau.

Wenn sich's um ein anderes Bergwerk handelte, so ließe sich gar nichts weiter machen, das Gestein ist auf keine andere Weise als durch den Meißel und den Hammer zu bewältigen. Mit einer auflöslichen Substanz ist dieses anders, sie kann man allerdings ohne Stahl oder Schießpulver, sie kann man durch Auflösung fortschaffen, so wie es im Großen geschieht, wenn die Sinkwerke fertig sind, so auch im Kleinen, um sie vorerst zu bilden.

Diese Arbeit nennt man die Spritzarbeit, es wird ein Wasserstrahl auf denjenigen Theil des Salzstocks geleitet, den man fortschaffen will, man bedient sich hierzu starker kupferner oder bleierner Röhren, welche bis vor den Ort reichen, den man anzugreifen beabsichtigt, ein Wasserbehälter von ziemlich großen Räumlichkeiten, durch einen Bach stets gefüllt erhalten, speist das Rohr, je höher derselbe über der Mündung liegt, desto wirksamer ist der dadurch hervorgebrachte Wasserstrahl, dessen mechanischer Stoß so viel Antheil an der Zerstörung des Salzes hat, als die Auflösungskraft des Wassers selbst.

Die Mündung der Röhre muß durch einen starken Hahn verschließbar sein, auch muß man zweckentsprechende Ansatzstücke haben, um damit sowohl vorwärts als seitwärts oder aufwärts wirken zu können, das einströmende Wasser würde natürlich der Sache bald ein Ende machen, allein der Stollen, welcher auf solche Weise geführt werden soll, muß sich immer von seinem Anfangspunkte aufwärts steigend weiter ziehen. Würde man ihn horizontal führen, so würde das Wasser keinen Abfluß haben, würde man ihn gar sinkend mit einer Neigung nach unten führen, so würde in wenigen Minuten der etwa gewonnene Raum mit Wasser gefüllt sein und jede Möglichkeit einer ferneren Wirkung wäre hiermit beseitigt, dieses Aufwärtssteigen aber

hilft allen Schwierigkeiten ab. Die Bearbeitung der Gänge auf diese Art soll in einem hohen Grade vortheilhaft sein und 4 Fünftheile des Arbeitslohns ersparen, den man würde anwenden müssen, wenn die Arbeit durch Menschenhände gemacht würde. Die ablaufende Soole hat bei alle dem nur 2 Prozent Salz.

Dieses letzten Umstandes erwähnt der Verfasser hauptsächlich, weil ihm dadurch eine andere Betriebsweise der Sinkwerke fraglich wird. Es sollen in den Pyrenäen einige Sinkwerke gefunden werden, welche die Soole dadurch liefern, daß ein Bach durch das Bergwerk fließt, das auf einer Seite als süßes Wasser eintritt, auf der andern als Salzwasser abläuft.

Allerdings ist der Stollen, durch welchen dies geschieht, nicht nur überhaupt sehr lang, indem er einen Berg quer durchsetzt, sondern er ist auch noch dadurch verlängert, daß er immerfort im Zickzack in einer sehr eng gebogenen Schlangenlinie hin und her verläuft.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß auf einem so verlängerten Wege und bei dem wiederholten Winden und Wenden des Stromes, bei welchem dem durchfließenden Wasser immer sowohl neue Oberflächen geboten werden, als auch seine Stoßkraft in Rechnung zu ziehen ist — es ist keine Frage, daß hierbei sehr günstige Bedingungen für das Auflösen einer so leicht löslichen Substanz, wie das Küchensalz, geboten sind, wenn jedoch durch das Spritzen in der oben beschriebenen Weise und durch einen gewaltigen Wasserstrahl nicht mehr als 2 Prozent Salz in die Lösung kommen, so dürfte doch sehr zu bezweifeln sein, ob auf die gedachte Weise vermöge des bloßen Durchfließens wirklich Salz in genügender Menge gewonnen werden könne.

Ein Uebelstand ist demnächst gewiß nicht zu beseitigen, die Wände der verschiedenen hin und her laufenden Stollen werden bald abgespült sein, die Gänge werden immer breiter werden, zuletzt in einander fließen und schließlich wird man eine große ebene Fläche haben, über welche das Wasser ohne Hinderniß hinweg fließt, von welcher es mithin auch nur sehr wenig aufnehmen wird.

Wetter, böse Wetter und Wetterversorgung.

Die Bergwerke sind künstlich erzeugte hohle Räume in der Erdrinde, sie sind klein in ihrer Ausdehnung, nur selten bestehen sie aus weiten hohlen Räumen, meistens sind es Gänge, Schachte, Stollen und endlich da, wo man die Erze findet, flach liegende oder bald mehr, bald minder steil anstehende Spalten, denjenigen nachgehauen, welche die Erde, welche der Berg durch irgend eine Revolution erlitt, welche dann durch die Gangmasse aufgefüllt wurden und endlich durch Menschenhände wieder in den früheren Zustand zurückversetzt, wieder zu Spalten gemacht worden sind.

In diese Gänge und Höhlungen dringt natürlich Luft von außen ein und dieselbe müßte eigentlich von gleicher Beschaffenheit mit der atmosphärischen Luft überhaupt sein, aber schon die Aushöhlung derselben bringt Verderben dieser Luft naturgemäß mit sich. Die Höhlung wird durch Menschenhände gemacht, bei einer Erstreckung von wenigen Fuß unterhalb der Erdoberfläche muß künstliches Licht zu Hülfe genommen werden. Der menschliche Athem giebt nebst Wasserdampf eine Menge Kohlensäure aus für den aufgezehrten Sauerstoff, die Lampe des Bergmannes brennt nur dadurch, daß ihre Dämpfe, die Dämpfe des im Docht siedend gemachten und zersetzten Oels sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbinden, auch die Ausdünstungen des Menschen selbst, abgesehen von der ausgeathmeten Luft, sind ammoniakalisch, enthalten neben dem Wasserdampf auch noch Stickstoff und so ist die Verderbniß der im Bergwerk enthaltenen Luft angebahnt und sie würde bald dergestalt überhand nehmen, daß kein Mensch mehr innerhalb eines solchen Bergwerks athmen könnte, falls man nicht dafür sorgte, daß die Luft erneuert würde, und es ist mitunter nicht geringen Schwierigkeiten unterworfen, dieses durchaus nothwendige Bedürfniß des Bergmannes herbeizuschaffen.

In Bergwerken von bedeutender Tiefe brennen trotz aller angewendeten Mühe die Lampen schlecht und mit sehr geringer Flamme, was eben daher kommt, daß die Luft, die daselbst vorhanden ist, nicht die erforderliche Menge Sauerstoff enthält. In Bergwerken, deren Gegenstand Kohlen irgend einer Art, Steinkohlen, Braunkohlen ꝛc., tritt zu der Verderbniß der Luft durch die Bearbeiter und durch das Beleuchtungsmaterial noch ein anderer die Sache sehr erschwerender Umstand hinzu, es entwickeln sich nämlich aus der Kohle selbst Gase der allergefährlichsten Art.

Die Verderbniß der Luft betreffend, welche durch Menschen und Beleuchtungsmittel hervorgebracht wird, so kann man sich vorstellen, in welchem

Grade dieses geschehen müsse, wenn man bedenkt, daß ein Mensch in 24 Stunden 560 Kubikfuß atmosphärische Luft verzehrt, wovon der Sauerstoff beinahe ganz absorbirt und in Kohlensäure verwandelt wird. Stellen wir uns vor, ein Stollen habe zum Querschnitt 20 Fuß (er sei etwa etwas weniger als 6 Fuß hoch und mehr als 3 Fuß weit), so wird ein Mensch binnen 24 Stunden eine Strecke von 28 Fuß dieses Stollens vollständig unnahbar machen, da aber seine Lampe ziemlich eben so viel verzehrt, so vergiftet ein Mensch und seine Lampe, um nicht zu viel zu sagen, die Länge von 50 Fuß eines solchen Stollens.

Die verderblichen Gase, welche in einer Grube erscheinen können ohne Zuthun der Menschen, sind Kohlensäuregas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas.

Das Kohlensäuregas ist um die Hälfte schwerer als atmosphärische Luft, sinkt mithin darin zu Boden, da jedoch in einem Bergwerk bei seinen schmalen Strecken eine unaufhörliche Bewegung der Luftmasse stattfindet, so findet auch ein so lebhafter Mengungsprozeß zwischen den Gasen statt, daß sie sich bald nicht mehr sondern, wohl aber sich gegenseitig in einander auflösen.

Ist nun die Luft mit 5 Prozent Kohlensäure beladen, so brennen die Lichter schon sehr schlecht, steigt die Kohlensäure so weit, daß sie ein Zehntel der ganzen Luftmasse beträgt, so erlöschen die Lichter darin und die Luft ist für den Menschen nicht mehr athembar, das äußerste, was ein Mensch noch ertragen kann, ist eine Beimengung von 8 Prozent, es ist dabei schon immer Gefahr vorhanden und viele Menschen werden bei so viel Kohlensäure schon nicht mehr athmen können, werden ohnmächtig werden und wenn sie nicht sterben sollen, so ist nöthig, daß man sie auf das Schleunigste aus dieser schädlichen Atmosphäre an die freie Luft bringe und den Athmungsprozeß durch künstliche Mittel wieder herstelle, damit die eingeschlossene giftige Luft ausgestoßen und durch gesunde ersetzt werde.

Kohlenoxydgas ist noch giftiger als Kohlensäuregas und da es leichter ist als dieses, so mengt es sich auch inniger mit der Luft und kann dadurch noch viel gefährlicher werden.

Kohlenwasserstoffgas giebt es in zwei Modifikationen, von denen in der Regel nur das leichtere, das sogenannte Grubengas (die schlagenden Wetter) vorkommt.

Dieses Gas ist nicht sowohl seiner Giftigkeit wegen schädlich als vielmehr wegen seiner Entzündlichkeit. Kohlenwasserstoffgas ist dasjenige, was in unsern Gasbeleuchtungsanstalten fabrizirt wird und was ein Jeder von uns in seinem Zimmer fabrizirt, wenn er ein Licht, eine Lampe brennt, der Unterschied zwischen dem einen und dem andern ist nur, daß die Gas-

erzeugungsanstalt von der Gaslampe eine viertel oder eine halbe Meile weit entfernt ist, während sich bei der Oellampe die Gaserzeugungsanstalt unmittelbar unter der Flamme befindet.

Dieses leichte Kohlenwasserstoffgas entwickelt sich aus Kohlenlagern nicht selten in großer Menge und dieses ist jederzeit höchst gefährlich, denn obschon dasselbe bei seiner Ausströmung angezündet einfach brennt wie eine Gaslampe oder schwächer und schlechter, wenn genug Sauerstoff zutritt (wodurch die Verbrennung befördert, aber die Leuchtkraft vermindert wird), so giebt es doch die furchtbarsten Explosionen, wenn es unangezündet in die Luft strömt und nunmehr erst Licht dazu kommt.

Geringe Beimengungen dieses Gases zur atmosphärischen Luft brennen überhaupt nicht wegen der zu großen Verdünnung. Eine Beimengung von 3 bis 5 Prozent entzündet sich ohne Explosion, brennt ruhig ab und zieht keinen Nachtheil hinter sich, eine Beimengung von 8 Prozent bewerkstelligt eine furchtbare Explosion, welche gewöhnlich mit der Zertrümmerung der Grube endet. Steigt die Beimischung noch weiter, so explodirt nur dasjenige, was durch den vorhandenen Sauerstoff der atmosphärischen Luft in Knallgas verwandelt wird, daher ist eine Beimengung von 30 Prozent Kohlenwasserstoffgas nicht gefährlicher als eine von 10 Prozent. Diese 10 Prozent absorbiren nämlich die in der Luft vorhandenen 20 Prozent Sauerstoff und was nun noch an Kohlenwasserstoffgas darüber ist, kann weder verbrennen, noch explodiren, eben weil der hierzu nöthige Sauerstoff fehlt.

Auf den menschlichen Organismus macht dieses Gas nur wenig Eindruck, wiewohl es in großer Menge tödtlich wird, so ist eine Beimengung von 30 Prozent noch immer nicht so gefährlich, daß der Mensch sich solcher verunreinigten Atmosphäre nicht entziehen könnte.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Gase, welche möglicher Weise in einem Bergwerk vorhanden sind, auf zweierlei Art schädlich wirken, erstlich, indem sie den Athmungsprozeß hindern, zweitens, indem sie entzündlich sind und Explosionen verursachen.

Ist in einer Grube das Athmen beschwerlich, so wird man sie [illegible] aus Menschlichkeitsrücksichten verlassen müssen, bis sie gereinigt ist. [illegible] sie an gefahrbringenden Gasen enthält, ergiebt sich ganz von selbst [illegible] den Geruch, dieser kennzeichnet das Kohlenwasserstoffgas sofort und [illegible] hat man um so schneller die Grube zu verlassen, als dieselbe dem [illegible] entgegengeführt wird, wenn man mit Lichtern länger darin [illegible]

Wird das Athmen schwer, ohne daß der Geruch [illegible] brennbaren Gases verräth, so weiß man, daß [illegible] Sauerstoff, also zu viel Stickstoff in der Luft [illegible]

schwerliche und gefahrdrohende Menge von Kohlensäuregas der Luft beimengt ist, gewöhnlich treten diese beiden Ursachen zusammen, die Verngerung der Sauerstoffmassen und die Vergrößerung der Kohlensäuremenge hen genau Hand in Hand.

Befindet man sich außerhalb des Bergwerks und will man erfahren, dasselbe noch zugänglich sei, so läßt man eine Laterne mit einem brennden Lichte hinab, bleibt dieses brennend bis auf den Boden des Schach, so kann man wenigstens bis dahin ohne alle Gefahr vordringen, von r ab wird man die Untersuchung von Neuem aufnehmen müssen.

Fig. 1220.



Um aber das Bergwerk nicht zu gefährden, darf n ein solches Licht keineswegs unbeschützt hinabsen, man muß sich der in Figur 1220 gezeichneten cherheits- oder Grubenlampe bedienen, welche wir III. Theil dieses Buches Seite 71 ff. beschrieben ben. Die hier gezeichnete Einrichtung gilt für die ste, sie gewährt nämlich eine mehr als gewöhnliche uchtkraft, weil der unterste Theil, derjenige, in welm die Flamme selbst brennt, mit Glas umgeben Der obere Theil des Cylinders besteht aus einem rahtnetz, aus einem Gewebe von feinem Kupferdraht, lches durch die Maschen der Luft Zutritt gewährt, durch die Flamme genährt werden kann, die Hitze Flamme jedoch so sehr in sich aufnimmt, daß die gebende atmosphärische Luft, falls sie mit Kohlenfserstoffgas gemengt sein sollte, nicht in den Zustand Erhitzung gebracht wird, in welchem sie möglicher Weise explodiren nte.

Solch' eine Grubenlampe in den Schacht hinabgesenkt, verursacht keine tzündung, wenn Wasserstoff beigemengt, wohl aber brennt sie schlechter geht völlig aus, wenn die Wasserstoffgasmenge den Prozentgehalt des uerstoffes so verringert, daß er nicht ausreicht zu genügender Speisung Lampe. Das Erlöschen zeigt immer überwiegend viel Kohlensäure an.

Es handelt sich nun um die Mittel, diese schädlichen Beimengungen gzuschaffen, in einem verlassen gewesenen, neu zu befahrenden Bergwerke d die Muthmaßung, daß Kohlensäure in Menge vorhanden sei, schon Hause aus zur Vorsicht auffordern und man wird darum sogleich diese lensäure zu beseitigen suchen, welches ganz leicht dadurch geschieht, daß n mittelst einer Gießkanne Kalkwasser oder besser Kalkmilch, d. h. genten Kalk mit Wasser zu einem sehr dünnen, flüssigen Brei verrührt, bgießt, die Flüssigkeit wird durch die Brause tropfenweise vertheilt und

jeder fallende Tropfen nimmt von der vorhandenen Kohlensäure sehr begierig etwas auf, sich damit aus dem Zustande des Aetzkalkes in kohlensauren Kalk verwandelnd, aber das ist nur eine augenblickliche Aushülfe, kann wohl angewendet werden, um den Schacht eines verlassenen Bergwerks wieder befahrbar zu machen, keineswegs aber, um die stets der Verderbniß unterworfene Luft in den Gängen des Bergwerks zu reinigen, auch wird dadurch wohl die Kohlensäure aufgezehrt, aber keineswegs der Sauerstoff wieder hergestellt, hatte man vorher eine nicht athembare Atmosphäre von Stickstoff mit Kohlensäure gemengt, so wird man jetzt eine nicht athembare Atmosphäre nur von Stickstoff haben, womit natürlich dem Bergmann nicht gedient ist, denn durch Einathmung der Kohlensäure wird er zwar vergiftet, aber durch Einathmung des Stickstoffes ohne Sauerstoff wird er getödtet, wenn auch ohne vergiftet zu sein.

Man wird mithin zu anderen Mitteln greifen müssen, zu solchen, die nicht blos augenblicklich eine geringe, aber bald vergängliche Hülfe gewähren, sondern zu solchen, die dauernd wirksam sind, und diese heißen vorzugsweise möglichstes Verhindern der Luftverderbniß und möglichstes Befördern des Luftwechsels.

Das erste betreffend, so muß man sich möglichster Reinlichkeit befleißigen, man darf nicht Arbeiten vornehmen, welche die Luft direkt verschlechtern, das Mürbemachen des Gesteins durch Feuer, das Sprengen größerer Massen durch Pulver darf durchaus nicht vorgenommen werden, wenn nicht ein sehr lebhafter Luftwechsel vorhanden ist, welcher die schlechten, verdorbenen Luftantheile rasch entführt, dann muß man sich des Tabakrauchens in den Grubenräumen enthalten, die Bergleute dürfen in dem Bergwerk nicht Speisen kochen, Kehricht und alles, was in Verderbniß übergehen kann, darf nicht in der Grube geduldet werden, weil die Fäulniß irgend einer Substanz die Anwesenheit von Sauerstoff bedingt und das Verzehren des Sauerstoffes zur Folge hat; deshalb muß man solche Zimmerung, solche Holzstützen, Verschalungen, Bohlenwege 2c., welche zu verfaulen anfangen, beseitigen, indem sie jederzeit die Luft im höchsten Grade verderben.

Das Natürlichste und Einfachste ist die Reinigung der Luft durch Zug, allein so einfach es auch scheint, so schwierig kann die Sache werden, wenn sich diesem natürlichen Hülfsmittel nicht eine natürlich günstige Beschaffenheit des Bergwerks zur Seite stellt.

Stellen wir uns vor, ein großes Bergwerk habe einen Schacht, welcher bis auf 1000, 1500 und mehr Fuß abwärts geht, es vertheile sich von seinem unteren Ende dieses Bergwerk nach verschiedenen Richtungen in Stollen, in mancherlei Gänge, in große, weit ausgehöhlte Räume — wo soll da der Luftzug herkommen.

Steht die Sache so, daß ein Bergwerk neben einem oben hoch über demselben mündenden Schacht einen Stollen hat, der von dem Fundament des Schachtes nach außen führt, einen Stollen, der auf der Sohle des Bergwerks fortläuft und so im Thale mündet, wie der Schacht auf dem Berge, so ist die Schwierigkeit der Ventilation nicht groß, hier ist Luftzug ganz von selbst und derselbe wird entweder durch den Schacht aufwärts gehen, wenn die Luft oben kälter ist, als im Bergwerk, oder der Luftzug wird durch den Schacht abwärts steigen und die im Bergwerk enthaltene Luft durch den Stollen austreiben, falls es auf dem Berge beträchtlich kälter sein sollte, als in dem Bergwerke, wie dies im Winter nicht ausbleiben wird. Diese Ventilation hat nicht die geringste Schwierigkeit, wenn es nicht die zu große Lebhaftigkeit ist, namentlich während des Winters wird den Bergleuten der kalte Luftstrom, welcher durch den Schacht abwärts sinkt, sehr unbequem werden, deshalb pflegt man Veranstaltungen zu treffen, um diesen freiwilligen, mitunter heftigen Strom zu hemmen, in solche Schranken zu bringen, daß die Unbequemlichkeiten aufhören und nur der Nutzen übrig bleibt.

Das natürliche Austreiben der Luft wird übrigens noch sehr modificirt durch die Anlage des Bergwerks. Nehmen wir an, es sei eine Steinkohlenmine schachbrettartig ausgehauen, die weißen Felder seien die leeren Räume, die schwarzen die stehen gebliebenen Kohlenpfeiler und man habe — was der beste Fall sein wird — den Schacht in der einen Ecke, den Stollen in der gegenüberliegenden angebracht. (Es versteht sich von selbst, daß die weißen Räume, die leeren so viel größer sein müssen, als die schwarzen noch gefüllten, daß man überall von einem zum andern gelangen kann, um mittelst Karren die Steinkohlen fortzuschaffen.)

In diesem Falle wird die Luft zwar aus dem Schacht entweichen und wird durch den Stollen ersetzt werden, aber keineswegs aus dem ganzen Bergwerk, sondern nur diejenige Bahn, welche sich der Zug gleich von Hause aus geöffnet hat, diejenige Bahn, welche die wenigsten Hindernisse bietet, wird gereinigt werden, jede benachbarte Strecke weniger, je weiter sie von dem Hauptwege entfernt ist, und schließlich wird die entfernteste Strecke rechts oder links von dem reinigenden Strome gar nicht berührt werden.

Wenn ein Bergwerk aus vielen parallelen und einigen diese kreuzenden Gängen besteht, so kann immer nur aus einem derselben der Stollen an die freie Luft münden und nur aus einem dieser Stollen oder Gänge kann der Schacht aufwärts führen, auf dem kürzesten Wege wird sich der Luftstrom Bahn brechen, alle weiteren Entfernungen werden von dem Strome nicht berührt, erfreuen sich also des Luftwechsels nicht.

Hier treten nun die künstlichen Mittel in ihre volle Geltung, Ingenieur des Bergwerks muß die Gänge sämmtlich so anlegen, d möglich wird, eine Linie im Zickzack durch dieselben zu ziehen. Da es der größten Widersinnigkeit zeugen würde, wollte man Stollen so fü daß sie wirklich hin und her liefen und man, um von einem Orte dem Bergwerke zum anderen entfernten zu gelangen, 20 Mal hin und laufen müßte, da es sich also von selbst versteht, daß die Gänge pa mit einander laufen gleich den Straßen einer regelmäßig angelegten oder gleich den Zeilen eines Buches, wo der weiße Zwischenraum die Gänge, die Strecken bezeichnen möge, während der weiße Papie rundum die Verbindung dieser parallelen Strecken unter sich giebt – wird man künstliche Absperrungsmittel an denjenigen Orten anbri welche den Luftstrom von seiner geraden und kürzesten Bahn ablenken s Diese Absperrungsmittel sind hölzerne Thüren in hölzernen Thürger fest in das Gestein des Stollens eingesetzt und mit Rasen oder sonst einem Stopfmittel so befestigt, daß die Luft auch nicht neben der T vorbei kann.

Diese Thüre, in Angeln beweglich wie jede andere, hindert den B mann nicht, zu gehen, wie und wohin es ihn beliebt, er drückt die auf und er schließt sie hinter sich, der Wind aber hat keine Hände, den Drücker aufzumachen, er ist auch nicht so gescheidt wie ein Hund, dann emporspringt und sich mit den Pfoten daran hängt, um sie zu öffne ist die Thüre zu, so ist sie es für den Wind so lange, bis sie verfault in Stücke zerfällt oder bis ein Mensch sie öffnet.

Durch dieses Mittel also sperrt man alle Wege ab, welche man Luftzuge nicht gestatten will und durch dieses Mittel zwingt man den im Zickzack zu gehen und denselben Weg 20 Mal hin und her zu ma indessen der Bergmann sich durch das Oeffnen einer Thür alle die wege erspart und auf dem kürzesten Wege zum Ziele gelangt, wä man dem Winde gerade den längsten Weg angewiesen hat.

Wenn nun aber kein Stollen zu Tage führt, so ist diese ganze zu Ende, ebenso im umgekehrten Falle, wenn kein Schacht zu Tage sondern nur ein Stollen. Der eine wie der andere Fall macht möglich, denn dieser kann nur da eintreten, wo Oeffnungen zu ein liebigen Raum von verschiedenen Seiten her vorhanden sind.

Wenn man die Lüftung durch einen Stollen ohne Sch stelligen hat, so pflegt man ein sogenanntes Tretwerk barer Name, welcher nicht daher rührt, daß etwa Tretmühle in Bewegung gesetzt wird, sondern d ist, daß man darauf tritt, darauf geht.

Figur 1221 zeigt uns einen gewölbten Stollen O mit einer hölzernen Soole m n, unter welcher sich ein Kanal c befindet, dies ist die einfachste und gewöhnlichste Art der Vorrichtung, der Kanal c läuft so weit der Stollen geht unter dem Tretwerk, d. h. unter den bedeckenden Dielen oder Bohlen hin. Ist der Stollen breit, so sind vielleicht, wie die Figur 1221 zeigt, Eisenbahnen darauf, ein Doppelgeleis bildend, ist der Stollen dagegen von geringerer Breite, so nimmt möglicher Weise der Kanal ziemlich die ganze Breite des Stollens ein, wie wir in Figur 1212 sahen, welche in ihrer oberen Abtheilung uns den in das Gestein gesprengten Stollen zeigt, welcher gar keine Zimmerung oder Ausmauerung hat, da das Gestein, in welchem er sich befindet, Festigkeit genug hat, um des kostbaren Gewölbebaues zu entbehren.

Fig. 1221.



Der Kanal aber, welcher unten sichtbar ist, wurde gewölbt und dies sind die beiden verschiedenen Arten, Tretwerke anzulegen. Wo man nicht auf den Raub baut, wo man hofft, ein Bergwerk Jahrhunderte lang zu betreiben, da scheut man die Kosten des hölzernen Baues und zieht den Gewölbebau vor. Solche hölzerne Strecken sind sehr gut, wenn man ein Rest ausraubt, was vielleicht 8 oder 10 Jahre lang beschäftigt und dann verlassen wird, aber für lange Dauer sind sie nicht, sie verfaulen, müssen also neu wieder hergestellt werden, kosten nach fünfmaliger Wiederholung allein durch die Unterbrechung des Betriebes schon so viel, als der Gewölbebau, ferner aber geben sie im letzten Drittel ihrer Existenz schon darum schlechte Resultate, weil sie nicht mehr gut dicht zu halten sind, aber außerdem auch noch, weil das modernde Holz die Luft verdirbt.

Der gewölbte Kanal unterliegt allen diesen Unbequemlichkeiten nicht und leistet seine Dienste nicht nur Jahrhunderte, sondern Jahrtausende.

Läuft das Wasser gleichzeitig durch diesen Luftkanal ab, so findet die Möglichkeit einer Verstopfung statt, deshalb muß in dem Gewölbe von Strecke zu Strecke eine Oeffnung angebracht werden, durch welche ein Mann hinein steigen und etwa vorhandene Hindernisse beseitigen kann.

Auf diese Art enthält der Stollen zwei mit einander parallel laufende Abtheilungen, aus deren einer die Luft entweichen, in die andere aber eintreten kann.

Ebenso kann man einen Stollen, falls derselbe breit genug ist, durch eine aufrecht stehende Wand scheiden, welche entweder aus Bohlen gefertigt

und mit Moos gedichtet wird, oder welche durch eine Mauer aus Ziegelsteinen aufgeführt hergestellt wird.

Hat man Schachte allein zur Verfügung ohne Stollen, so frag ob es nur einer ist, den man benutzen kann, oder ob deren zwei ; selben Bergwerk führen, im letzteren Falle ist keine besondere Arbeit denn die beiden Gänge, welche man haben will, sind ja bereits vor im ersteren Falle bleibt aber nichts weiter übrig, als den einen zu theilen.

Dieses ist schwieriger als bei einem Stollen. Bei diesem letzte man in dem Gestein der Sohle ein festes Fundament, auf welche so weit der Stollen reicht, bauen kann. Bei dem Schacht fällt dies und gar weg, man wird also schon alles was Mauerwerk heißt, be lassen müssen, es bleibt nur noch die Zimmerung übrig. Der große hat aber in der Regel schon natürliche Abtheilungen, welche nich den erforderlichen Luftwechsel bedingt sind, wohl aber dazu verwend den können.

Ein solcher Abschnitt des Schachtes wird gebraucht, um das S in Kübeln heraufzuwinden, um das Erz zu fördern. Ein andere wird benutzt, um die Bergleute darin auf und ab zu schaffen, sie entweder darin auf Leitern nieder oder sie werden mittelst eines Kübels und eines Seilganges darin herabgelassen. Eine dritte Ab dient zur Förderung des Wassers.

Die Zimmerung, welche von unten nach oben geht, ist in der nur leicht verschalt, so daß eine Abtheilung des Schachtes nicht d andere irgend wie beschädigt werden kann. Ein aus den Erzkübeln der Stein darf nicht in denjenigen Raum gelangen können, in welc Menschen auf- und absteigen. Um bies zu verhindern, genügt e kleidung des Zimmerwerks mit Schwarten, mit Brackbrettern.

Man will aber auch nicht haben, daß die Abtheilung, wel Förderung des Grubenwassers bestimmt ist, den Steigerschacht darum ist auch diese Abtheilung verschalt, aber nun schon sorgfältige Wasser dringt leichter durch Ritzen und Spalten als faustgroß kopfgroßes Gestein.

Hier pflegt man nunmehr das vollständige Dichten der Wand versuchen, so wie man bei den Schiffen durch Kalfatern mit ge Werg macht, so hier durch ein ähnliches Verfahren mit Moos.

Ist dieses gelungen, hat man den Schacht in zwei luftdicht anber getrennte Abtheilungen zerlegt, so kann man bewerkstelligen der einen Abtheilung die Luft des Bergwerks ausgezogen, die durch die andere aber frische Luft eingeführt wird.

Dieser Luftwechsel wird durch zwei Kappen besorgt, die auf den
achtabtheilungen stehen. Da die Schachte gewöhnlich groß sind, so
den diese Kappen durch kleine Häuser mit beweglichen Seitenwänden
gestellt. Gesetzt, man wolle durch die größere Abtheilung, durch den
r- und Förderschacht Luft hinabströmen lassen, so öffnet man diejenige
ite des Häuschens, von welcher der Wind herkommt, der Luftstrom
gt sich in den Wänden des Hauses, wird durch fortwährenden Nachschub
rängt und da er nicht rückwärts kann, so sinkt er abwärts und eine
chtige Masse Luft geht mit einer mäßigen Geschwindigkeit in das Berg-
rk nieder.

Die andere Abtheilung des Schachtes, in welcher die Wasserkunst
t, ist jetzt diejenige, durch welche der Luftstrom aus dem Bergwerke
wärts steigt und die Kappe, welche diese Abtheilung bedeckt, muß so
gerichtet sein, daß die Oeffnung von dem Winde abgekehrt ist.

Hat man zwei Schachte, so ist begreiflich ganz dasselbe zu thun, nur
so fern ist es einfacher, als die beiden Häuschen oder Kappen von allen
iten frei sind, also unter allen Umständen zu und von dem Winde ge-
rt werden können.

Außer diesen zwei Arten, die Luft in einem Schacht steigen und fallen
machen, hat man noch eine dritte, die der sogenannten Wetterlutten oder
etterröhren. Hier werden meistentheils in zwei Ecken eines Schachtes
hren eingesetzt, welche von oben bis unten gehen, welche an ihren oberen
ündungen bewegliche Kappen von Metall haben, so daß der Wind die-
ben von selbst und in der zweckmäßigsten Weise dreht, die eine Kappe
gestalt, daß ihre Oeffnung vom Winde abgekehrt ist, die andere der-
stalt, daß ihre Oeffnung dem Winde zugekehrt ist. Die Vorrichtung ist
nz dieselbe, wie man sie häufig auf Rauchfängen sieht, welche nicht recht
hen wollen, oder bei einer gewissen Windrichtung den Rauch in das
hr zurückdrängen. Man macht diese Röhren entweder aus Holz, aus
rettern, dann heißen sie Dielenlutten. Es sind die schlechtesten, die man
ählen kann, denn die erste Bedingung ist, daß sie luftdicht seien, und diese
dingung läßt sich nicht herstellen. Man macht sie ferner auch rund aus
olz, man bohrt junge Bäume durch ganz in derselben Weise, wie man
runnenröhren bohrt, nur wird die Bohrung sehr viel weiter gemacht.
dlich hat man auch Lutten von Metall, von Blech und zwar am besten
n Zinkblech. Diese Lutten verdienen vor allen anderen den Vorzug, sie
ssen sich ohne große Kosten von beträchtlicher Weite machen, sie sind in-
ndig sehr glatt, die Tafeln sind ungemein groß, es bedarf also nicht
eler Löthstellen. Die Löthung an sich ist leicht zu bewerkstelligen, aber
an kann auch allenfalls alle Löthung vermeiden, wenn die Stöße nur

geschickt an einander schließen, die Dichtheit ist dann immer so groß, daß sie den Luftstrom, welchen man hervorzubringen beabsichtigt, nicht im Geringsten beeinträchtigt.

Oben auf den Schacht, der den Wetterwechsel herbeiführen soll, müssen Kappen in der gedachten Weise aufgesetzt werden oder man sucht den Luftwechsel durch Unterschied in der Höhe der Luftsäule hervorzubringen, was dann so geschieht, daß man auf eine der beiden Wetterröhren einen Thurm setzt, eine luftdichte Verlängerung etwa der Blechröhre, welche, da sie vom Winde verbogen werden würde, natürlich durch einen hölzernen Thurm gestützt werden muß, in der Regel wird aber ein solcher Wetterthurm überflüssig sein und man wird mit der beweglichen Windkappe auskommen.

Die bisher betrachteten sind sogenannte natürliche Mittel, es giebt aber Fälle, in denen diese keineswegs ausreichen, dann greift man zu den sogenannten künstlichen Mitteln, unter denen die Wetteröfen oder Feuerkübel die Hauptrolle spielen.

Wenn man den Zug in einem Schacht durch die bisher angegebenen Mittel nicht hervorbringen kann, so hängt man in diejenige Abtheilung des Schachtes, welche die Luft aus dem Bergwerk aufwärts führen soll, einen großen, kesselförmig gestalteten Rost, auf dem man trockenes Holz anzündet und durch genügendes Nachlegen in Brand erhält. Damit die Asche und die Kohlenstückchen, welche durch den Rost fallen, nicht auf den Boden des Schachtes gelangen und die Luft, welche durch das Feuer gereinigt werden soll, wieder verderben, befindet sich unter diesem Rost ein etwas größerer Kübel von Eisenblech.

Das Feuer wird genährt durch die von unten aufsteigende Luft, sie beraubt dieselbe also ihres Sauerstoffes ganz und gar, von dem Feuer entweicht aber die glühend gemachte Kohlensäure und der ebenfalls glühende Stickstoff, beide Gasarten, sehr heiß, folglich sehr ausgedehnt, steigen mit großer Lebhaftigkeit in die Höhe und zwar um so rascher, je länger der senkrechte Weg ist, den sie zurückzulegen haben, es ist mithin förderlich für den Wetterwechsel, wenn man das Kohlenbecken recht niedrig, recht tief im Schachte hängend anbringt, allein die ganze Methode leidet an einer nicht unbedeutenden Gefährlichkeit, sie kann gar leicht das Zimmerwerk des Schachtes in Brand bringen und also ein viel größeres Unglück herbeiführen, als dasjenige ist, welches man gern vermeiden möchte. Diese Feuerroste sind eigentlich nur anwendbar, wenn die Schachte vollständig gemauert sind, etwa so, wie wir oben Seite 339 angegeben haben.

Eine zweite Methode, der Luft durch Feuer genügenden Wechsel zu verschaffen, ist die der Röstöfen oder Wetteröfen, der in der nachfolgenden *Figur 1222* abgebildete zeigt uns einen vertikalen Durchschnitt eines Ofens

einem engländischen Steinkohlenbergwerk, das gefährlichste, was man
artiges haben kann. S ist der gemauerte Schacht, R ist das Rohr,

Fig. 1222.



ches die erhitzte Luft demselben zuführt, F ist der Rost, auf welchem
äußerst lebhaftes Feuer erhalten wird, K sind die Kohlen, welche das
uerwerk von allen Seiten umgeben, dasselbe ist unmittelbar in die Kohlen
in gesprengt, diese Mauerungen müssen demnach eine solche Dicke haben,
sie trotz der immerwährenden Unterhaltung des Feuers doch nicht so
m werden, um gefährlich, um entzündend auf die Steinkohlen zu wirken.
Man legt das Feuer gern so tief an, als möglich, und wenn es sein
, so läßt man denjenigen Raum, in welchem sich die Arbeiter der
ung wegen aufhalten müssen, außer Verbindung mit dem Bergwerk,
n dieses jedoch nicht möglich ist, so schützt man den Stollen, welcher
Feuer die schlechte Luft des Bergwerks zuführt, dadurch vor einer
losion, daß man doppelte Thüren von Drahtgewebe nach verschiedenen
tungen hin anbringt, einerseits so, daß die Arbeiter nicht von der ent-
deten Luft erreicht werden, andererseits so, daß die entzündete Luft ihre
zündung nicht rückwärts nach dem Bergwerke hin fortpflanzen kann.
Diese Vorsichtsmaßregeln als unerläßlich vorausgesetzt, sind die Oefen
äußerster Wirksamkeit; nehmen wir an, der Schacht S sei 400 Fuß
und die Feuerung befinde sich 300 Fuß tief unter seiner Mündung,
wird bei hinlänglicher Feuerung eine 300 Fuß hohe Luftsäule dergestalt
t werden, daß sie mit einer Geschwindigkeit von 30 Fuß in der Sekunde
wärts steigt.
Der Querschnitt dieser Wetterschachte wechselt von einem Quadrat-
ter bis sechs Quadratklafter, nimmt man auch nur das kleinste Maß
und denkt man sich einen Strom von Luft, der einen Quadratklafter
rchschnitt hat, mit starker Windeseile (30 Fuß in der Sekunde nähert

sich schon dem Sturm) aufwärts steigend, so begreift man, welche ungeheure Mengen Luft er mit sich schleppen muß, die durchaus nicht ersetzt werden könne durch den Rauchfang R, welcher von dem Feuerherde abgeht.

Der untere Theil des Wetterschachtes muß natürlich durch Thüren so verschließbar sein, daß man die schädliche, die ausgebrauchte Luft aus allen Theilen des Bergwerks zu ihm hinführen kann und dieses wird wiederum dadurch bewerkstelligt, daß man in den Gängen die Thüren dergestalt anbringt, daß ein Zickzackgehen des Luftstromes die nothwendige Folge ist.

Diese in den englischen Kohlenbergwerken fast ausschließlich angewendete Art der Luftreinigung hat, falls die nöthige Vorsicht angewendet wird, eine ganz außerordentliche Wirkung, aber sie fordert auch eine nie nachlassende Aufsicht, es sind sogenannte Feuerleute, welche nur damit betraut sind und es sehr gut verstehen, den Zug durch Vermehrung oder Verringerung des Feuers zu reguliren. Die Methode, deren sie sich bedienen, um den Strom zu regeln, ist sehr einfach. Sie hängen eine Feder an einen Faden und lassen dieselbe so von der Decke des Stollens, welche zu dem Feuer führt, herabhängen. In dem Stollen ist natürlich eine stark bewegte Luft und zwar mehr oder minder, je nachdem das Feuer lebhafter brennt und der Zug in dem Schornstein groß ist. Nach der Art, wie dieser Zug die Feder in dem Stollen bewegt, sie mit sammt dem Faden zu einer gewissen Höhe hebt, beurtheilt der Feuermann, ob der im Schachte aufsteigende Luftstrom lebhaft genug ist, um an Gasen alles fortzuführen, wovon man befreit sein will.

Da hierzu immer Erfahrung gehört, so versteht es sich eigentlich von selbst daß man zu diesen Arbeiten nur solche Leute verwendet, welche durch langjährige Erfahrung mit den nöthigen Vorsichtsmaßregeln vertraut worden sind. Die Arbeiter werden in Lehrlinge und Gehülfen getheilt, von denen die ersteren angewiesen sind, stets mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, was die älteren Leute thun oder anordnen, nach und nach steigen sie in ihren Funktionen höher, den Gesellen nach und können dieselben ganz oder theilweise vertreten, können das Ganze selbstständig leiten. Bis zu dieser Stufe müssen sie gelangen, bevor man sie als selbstständig verwendbar ansehen kann und diese Stufe müssen sie erreicht haben weil man ihrer Einsicht Wohl und Wehe des ganzen Bergwerks anvertrauen muß. Nirgends mehr als in den Kohlenbergwerken sind die schlagenden Wetter zu Hause, nirgends mehr als gerade dort sind die Explosionen dieser Wetter gefährlich, es handelt sich nämlich nicht allein um Zerstörung ausgebauter Stollen und Strecken, sondern um Entzündung des Kohlenflötzes selbst, wodurch natürlich ein unberechenbarer Schaden verursacht wird.

Im Uebrigen ist die Methode des Anlernens auf eine Arbeit ganz ausschließlich aller anderen, gerade in England recht im Gange. Ein Arbeiter in einer Glasfabrik bläst in seinem Leben nichts anderes als Weingläser von einer ganz bestimmten Form und Größe, ein anderer in seinem ganzen Leben nichts anderes als Flaschen zu Porter, zu Wein, zu Ale von einer ganz bestimmten Form und Größe, nie versteht er zweierlei Flaschen oder dreierlei Gläser zu machen, nie verfertigt derselbe Arbeiter eine Woche lang Glasröhren und eine andere Woche lang Tafelglas, sondern immer hat er nur eine Aufgabe ausschließlich aller anderen vor sich, darum erlernt er auch diese Arbeit bis zu ihrer größten Vollendung und darum bekommt man auch nirgends so vortrefflich gearbeitete Gegenstände als in England, der Mensch ist dort nur das Stück einer großen Maschine, ein Zahn in einem Rade. Wird dieser Zahn schadhaft, so setzt man alsbald einen anderen Zahn an die Stelle und wirft den kranken fort. Sollte der Kranke sich nachher wieder erholen, so möge er sehen, wie er fortkommt, wo er einen neuen Platz gewinnt, sein bisheriger Platz ist besetzt. Da aber der arme Mensch nur zu diesem einen Rade oder einem ganz gleich gestalteten als Zahn paßt, so ist er in der Regel dem Hungertode Preis gegeben, da es sehr schwer möglich ist, daß er gerade wieder einen solchen Platz findet. So auch mit den Arbeitern in den Bergwerken. Diese Feuermänner (Firemen) bekommen nie einen Fäustel oder einen Meißel in die Hand, um im Bergwerke eine andere Arbeit vorzunehmen, hierauf sind sie angewiesen, dies lernen sie gründlich durch lange Uebung und darum machen sie es denn auch so gut, wie man es von ihnen irgend verlangen kann, aber keinesweges vernunftgemäß, nach gewissen Gesetzen, sondern lediglich nach der Erfahrung, welche andere vor ihnen gemacht haben und welche sie nunmehr hergebrachter Maßen benutzen. Darum geschehen auch Thorheiten genug. Wir wollen nur eine anführen.

In deutschen Bergwerken hat man gefunden, daß die Temperatur im Wetterschacht nicht viel höher als 36 Grad C. zu sein braucht. Diese Differenz (zwischen 36 Grad und der Temperatur im Innern des Bergwerks) ist genügend, um einen bedeutenden Zug zu veranlassen, allerdings wird der Zug verdoppelt, wenn man die Temperatur von 36 Grad C. auf 100 Grad steigert. Um jedoch diese Wärme hervorzubringen, braucht man 15 Mal so viel Steinkohlen, als zur Erhitzung auf 36 Grad. Man sieht, daß das Mittel, diesen Zug zu erreichen, durchaus nicht in einem richtigen Verhältniß zu dem Mehraufwande an Kosten steht, man sieht, daß, wenn eine Verdoppelung des Luftzuges nöthig ist, man viel besser thut, an irgend einer anderen Stelle einen zweiten Wetterschacht zu bauen und diesen auch nur auf 36 Grad zu erwärmen, man wird dann mit

doppelten Kohlenmenge die doppelte Wirkung erzielen, indessen in dem gedachten Falle die funfzehnfache Menge Kohle nöthig ist, um die doppelte Wirkung hervorzubringen.

Was soll man nun aber von dem Verständniß der Firemens in den Kohlenbergwerken sagen, wenn man erfährt, daß sie ihren Schacht bis viel über 200 Grad C. (420 Grad Fahrenheit) heizen. Sie bringen allerdings eine mehr als doppelte Wirkung hervor, als wenn sie nur 30 Grad Wärme in ihrem Schacht hätten, aber sie verbrauchen auch 30 Mal so viel Kohle. Will man nun auch allenfalls sagen, daß die Steinkohle dort einen sehr geringen Preis habe, so darf man doch nicht vergessen, daß auch die Arbeitskräfte mit in's Spiel kommen und daß zur Vernutzung von 500 Scheffeln Steinkohlen in 24 Stunden mehr Leute gebraucht werden, als zur Vernutzung von 14 Scheffeln, abgesehen noch davon, daß der Bau des Feuerherdes für solche unvernünftige Heizung viel stärker gemacht werden muß als für die gerade zweckmäßige, daß er sehr viel mehr Geld kostet, daß er sehr viel schneller zerstört wird und daß er durch lange dauerndes Heizen zuletzt so durchgewärmt werden würde, daß das Kohlenflötz, in welchem er liegt, nothwendiger Weise in Brand gerathen müßte, wenn man nicht abermals durch einen kostbaren Bau dieses verhinderte.

Der Herd nämlich und die Feuerröhre, welche von ihm nach dem Wetterschacht führt, liegt eingebettet in von Ziegelsteinen gemauerten Röhren, welche ihn rundum bekleiden, so daß die Hitze, welche der Herd nach außen sendet, zuerst die Luft in diesen Röhren erwärmen muß, bevor die Wärme weiter bringen kann. Diese Luft wechselt immer fort, indem sie gleich der Esse aufwärts steigend ihre erwärmte Luft in den Schacht sendet.

Diese Anordnung ist vollkommen zweckentsprechend und sie sichert das Steinkohlenflötz selbst bei der unvernünftigen Art zu heizen, welche in England üblich ist, gegen die Entzündung, aber daß sie überhaupt nöthig ist, wird Niemand für einen Beweis erkennen, daß das engländische Verfahren ein zweckmäßiges sei, in unsern Bergwerken ist dergleichen Vorsichtsmaßregel ganz überflüssig.

Ueber das Verhältniß zwischen dem Durchschnitt der Feueresse und dem Durchschnitt des Wetterschachtes ist man noch nicht vollkommen im Klaren, an vielen Orten macht man beide gleich groß. Geschieht dieses, so setzt man stillschweigend voraus, daß die schädlichen Gase lediglich durch das Feuer entführt worden, in diesem Falle braucht man den Wetterschacht auch mit den übrigen Theilen des Bergwerks gar nicht in Verbindung zu setzen, geschieht es, so ist es zwecklos, da die ganze Menge von Luft, welche in den Schacht bringen kann, welche darin Platz hat, durch das Feuer oder vielmehr durch die Luft, welche über dasselbe hinwegströmt, hergegeben wird.

Da nun doch diese Schachte mit verschiedenen Theilen des Bergwerks in Verbindung gesetzt werden, so sieht man, daß entweder die Baumeister nichts von ihrer Sache verstehen oder daß trotz der Größe der Esse nicht so viel Luft hindurch geschickt wird, als hindurch gehen könnte.

In der That handelt es sich gar nicht darum, den Wetterschacht von dem Feuerherd mit Luft zu versorgen, sondern lediglich durch diesen die Luft in dem Schacht so zu erwärmen, daß sie mit Lebhaftigkeit aufwärts steigt und in Folge dieses Aufsteigens andere Luft aus niederen Gegenden mit sich schleppt.

Wir haben oben bereits gesehen, daß man mitunter die bösen Wetter durch eine Abtheilung des Hauptschachtes entführt. Namentlich in den Theilen, in welchen die Wasserkünste sind, läßt sich dieses ganz gut ausführen, so lange der Zug durch die natürliche Temperatur- und Druckveränderung hervorgebracht wird. Soll dieses aber durch Feuer geschehen, so wird die Anwendung einer Schachtabtheilung immer höchst gefährlich, das Holz, welches die Abtheilung bildet, wird durch die warme, ja durch die stark erhitzte Luft übermäßig ausgetrocknet, die Verschalung bekommt Risse, sie wird undicht, sie läßt die schlechten, nachtheiligen Gase aus der Abtheilung für die bösen Wetter in die Abtheilung für die Bergleute treten, sie verdirbt die Luft daselbst, beschwert die Arbeiter und kehrt zum Theil in das Bergwerk zurück, hauptsächlich aber findet bei der lebhaften Temperatur eine solche Erwärmung des Holzes statt, daß ein bloßer Funke, der aus der Esse gegen die Verschalung schlägt, dieselbe entzünden kann, was dann immer das entsetzlichste Unglück nach sich ziehen muß, da die im Bergwerk befindlichen Arbeiter alle verloren sind, sobald der Steigerschacht in Brand steht. In den deutschen Bergwerken hat man meistentheils besondere Wetterschachte, welche gar keinen anderen Zweck haben, als den, die Wetter abzuführen, selbst nicht einmal die Wasserröhren laufen darin und man hat hierzu sehr gewichtige Gründe. Bei neu angelegten Bergwerken mauert man daher einen ausschließlich zur Wetterführung bestimmten Schacht, giebt seinem Fundament die nöthigen Verzweigungen nach den verschiedenen Theilen des Bergwerks und bringt bei einem Drittel oder einem Viertel seiner Höhe von unten gerechnet die Feuerung an.

Die Gründe gegen Benutzung des Wetterschachtes zur Wasserförderung sind sehr einleuchtend. In den entweichenden Gasen befinden sich jederzeit schweflige Säure, Kohlensäure und Ammoniakdämpfe. Wären diese letzteren genügend, um die beiden sauren Gase zu neutralisiren, so würde die Gefahr nicht sehr groß sein, ein solches Verhältniß findet jedoch keineswegs statt und es bleiben die beiden Säuren höchst überwiegend vorwaltend. Die natürliche Folge hiervon ist die Zerstörung aller der Substanzen, welche

durch Säuren angegriffen werden können. Die metallenen Pumpentheile, die eisernen Stangen, die eisernen Röhren, die Seile und vieles andere, was zu der Wasserförderung gehört, wird von den gasförmigen Säuren in einem so hohen Grade angegriffen, daß immerwährende Reparaturen nöthig sind, und in Folge dessen die Läuterung des Bergwerks sehr häufig unterbrochen werden muß. Sind nun, wie dieses in England oft genug der Fall ist, die Schachte nicht gemauert, sondern mit gußeisernen Röhren ausgelegt, so werden diese Röhren selbst zerstört, sie werden ihres innern Zusammenhanges beraubt und so mürbe, daß man glaubt, sie wären aus Graphit gemacht. Dieses wäre allerdings kein Schade, denn Graphit ist reine Kohle und diese wird durch die Säure nicht zerstört, Graphit aber ist das mürbe gewordene zerfressene Eisen keineswegs, es ist ein Oxyd und es hat beinahe gar keinen Zusammenhang, giebt dem geringsten Druck von außen nach innen nach, der Schacht, mit Eisen bekleidet, von welchem man den größtmöglichsten Schutz erwartet, gewährt gar keinen Schutz.

Unter den künstlichen Mitteln, Luftwechsel hervorzubringen, steht allerdings das Feuer oben an, allein es giebt doch auch noch andere sehr wirksame Mittel, um einen genügenden Luftwechsel zu bewerkstelligen, in der Regel aber wird man einer Dampfmaschine nicht entbehren können, es sei denn, daß Wasser in genügender Menge und in solcher Nachbarschaft zu dem Bau vorhanden ist, als erforderlich, um die Bewegungen, welche gemacht werden müssen, hervorzubringen.

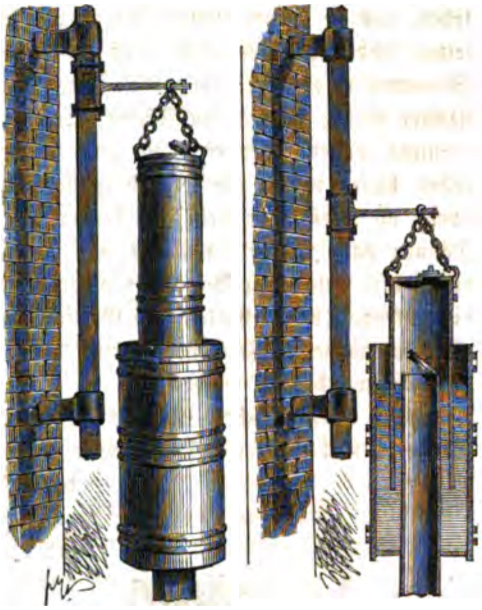
Unter allen derartigen Veranstaltungen dürfte wohl die im Harz gebräuchliche die älteste sein, man nennt sie daher auch den Harzer Wettersatz.

Diese Maschinerie ist höchst einfach, sie besteht aus vier Tonnen, welche uns die nachfolgende Figur 1223 sowohl im Durchschnitt als in der äußern Ansicht zeigt, beide Paare müssen gleichzeitig wirken, beide Paare gehören also zu einer Maschine und werden gleichzeitig in Bewegung gesetzt, die Paare von Tonnen sind so eingerichtet, daß eine äußere und eine innere leicht und bequem in einander passend bewegt werden können, von einem luftdichten Anschließen ist gar keine Rede, dieses würde einen viel zu großen Kraftaufwand fordern, der Verschluß, der allerdings luftdicht sein muß, wird durch Wasser bewerkstelligt.

Wir sehen in dem Durchschnitt die innere Tonne so weit herab, daß sie beinahe bis auf den Boden steht, dann ist diese innere Tonne mit Wasser gefüllt, also luftleer, zieht man dieselbe in die Höhe, bringt man sie also in die Lage, welche uns das andere Tonnenpaar zur ... seite her zeigt, so wird der ganze hochgehobene Theil ... luftleer sein. Daran liegt dem Verfertiger und ... will, daß diese Tonne sich mit Luft fülle, ...

Luft, welche ihm schädlich ist, welche er und sein Licht ausgenutzt hat und an deren Stelle er gesunde, frische Luft haben will. Damit diese hochgehobene Tonne sich mit solcher Luft fülle, führt er von da, wo die Luft verdorben ist und weggeschafft werden soll, eine weite blecherne, allenfalls auch hölzerne Röhre in die größere Tonne, welche mit Wasser gefüllt ist, führt diese Röhre bis über den Wasserspiegel, wie wir in dem Durchschnitt von Figur 1223 sehen, und bedeckt die Mündung dieser Röhre mit einem Ventil.

Fig. 1223.



Das Ventil bleibt geschlossen, so lange die kleinere Tonne entweder stillsteht oder im Herabsinken begriffen ist, sobald die innere Tonne sich aber erhebt, so wird der geringe Antheil Luft, welcher in ihr enthalten war, auf das Dreifache, Vierfache ausgedehnt, es ist in dieser gehobenen Tonne also viel dünnere Luft als in der mit einem Ventil zugedeckten Röhre, die hier eingeschlossene dichtere Luft wird mithin das Ventil aufheben und wird sich durch die nunmehr entstandene Oeffnung in die leere Tonne drängen und dieselbe füllen mit Luft von gleicher Spannung, bis sie, die Tonne, nicht mehr höher steigt. Dann wird auch die Luft in der Tonne nicht ferner verdünnt, dann fällt auch das Ventil zu.

Nunmehr wird diese so hochgehobene Tonne in ihrem Dienste abgelöst, die andere benachbarte, gleichgestellte Tonne wird gehoben, aber derselbe Mechanismus, welcher diese zweite Tonne hebt, drückt in gleicher Zeit die vorher gehobene Tonne herab, daher wird die in ihr enthalten gewesene, ein klein wenig verdünnte Luft durch das Sinken zusammengedrückt. Komprimirte Luft kann man aber nicht brauchen, man setzt also oben auf den Boden dieser Tonne ein Ventil, welches sich öffnet, sowie die Tonne niedersinkt, und nunmehr entweicht die aus dem Rohr geschöpfte Luft in's Freie.

Gleich nachher wird die zweite Tonne ihren höchsten Standpunkt

erreicht haben, sie wird wieder niedersinken, wird die geschöpfte Luft entweichen lassen und die andere Tonne, bis dahin niedergesunken, wird sich nunmehr erheben und mit Luft aus der Röhre, d. h. aus dem Bergwerk füllen.

Was wir hier auf den Raum von ein paar Quadratzoll gezeichnet sehen, das ist in der Natur allerdings um ein Beträchtliches größer, nicht selten sind die Tonnen so groß, wie die Kühlfässer einer beträchtlichen Branntweinbrennerei, sie haben eine Klafter Durchmesser und ein paar Klafter Höhe, in anderen Fällen, wo die Bergwerke keine so große Ausdehnung haben, bedarf man auch wiederum nicht so mächtiger Werkzeuge, dieses richtet sich folglich immer nach dem Bedarf. Die Einrichtung aber, ob groß oder klein, ist immer dieselbe, und da man zwei solcher Tonnen hat, welche an einem und demselben Wagebalken hängen, so ist die Kraft, welche zur Bewegung gefordert wird, nicht besonders groß, denn die sinkende Tonne ist gleich an Gewicht mit der steigenden, es braucht nur die Reibung der Maschinentheile und der geringe Widerstand der verdünnten Luft überwunden zu werden.

Mit einem solchen Gebläse kann man bei der vorhin angegebenen Größe 4 Kubikklafter Luft in einer Minute aus dem Bergwerk bringen, dies ist gewiß ein Resultat, wie man dasselbe nur verlangen kann, denn es gehört schon etwas dazu, ehe Menschen und Lampen im Laufe einer Minute 4 Kubikklafter Luft unbrauchbar machen.

Fig. 1224.



Ein ganz ähnliches, aber allerdings, was die Maschinerie betrifft, kostspieligeres Instrument zur Beförderung des Luftwechsels ist das in Figur 1224 angegebene. Was wir hier sehen, ist nicht eine Schöpfpumpe, sondern eine Druckpumpe, die vorhin gedachte steht deshalb außer dem Bergwerke, die hier gezeichnete steht innerhalb desselben und zwar an dem Orte, an welchem die Luft verdorben ist und von welchem sie fortgeschafft werden soll. Hat man übrigens einen Wetterschacht, so kann diese Maschine auch ganz oben, also gewissermaßen außerhalb des Bergwerks stehen, es kommt nur darauf an, daß die ganze Pumpe sich in derjenigen Luft befinde, welche man als unbrauchbar fortschaffen will.

Wir sehen einen großen eisernen Cylinder, der allenfalls auch eine Klafter im Durchmesser und etwas mehr zur Höhe haben kann. In der Mitte dieses Cylinders, der gut ausgeschliffen, also inwendig sehr glatt sein muß, befindet sich ein Stempel, welcher von außen her, durch die Kraft der Maschine geführt, zum Steigen und Sinken gebracht werden kann. Die Pumpe steht, wie wir bereits gesagt haben, innerhalb der schädlichen Luft, ist der Stempel im Sinken, so wird durch das oben neben demselben sichtbare Ventil S Luft aus diesem schädlichen Raum in den Cylinder steigen. Sobald man den Stempel in die Höhe hebt, schließt sich dieses Ventil und ein anderes r, auf der anderen Seite der Stempelstange sichtbar, hebt sich und läßt durch diese Oeffnung die über dem Stempel zusammengedrückte Luft entweichen, damit sie aber nicht in denselben Raum zurückkehre, aus welchem sie geschöpft worden ist, so ist neben dem Cylinder ein weites Rohr angebracht, welches in der hier angegebenen Art abwärts oder auch ebenso gut aufwärts geführt werden kann, immer aber so, daß die letzte Mündung desselben in die atmosphärische Luft geht.

Das beim Absteigen des Stempels oberhalb desselben gesammelte schädliche Gas wird in dieser Weise beim Aufsteigen des Stempels durch die Röhre fortgeschafft.

Während dieser Stempel aber aufwärts steigt, entsteht unter ihm ein luftverdünnter Raum, durch die am Boden des großen Cylinders sichtbaren Ventile S′ steigt die Luft aus dem Raum worin die Pumpe befindlich, unter den Stempel.

Hat derselbe die über ihm stehende verdorbene Luft durch das Ventil r weggeschafft und sinkt er nunmehr wieder abwärts, so schließt sich das Ventil r, es schließen sich aber auch die Ventile S′, dagegen öffnet sich unten das Ventil r′, welches nach der Röhre T führt. Durch dieses Ventil wird die Luft vertrieben, welche beim Absteigen unter dem Stempel befindlich ist.

Zu gleicher Zeit füllt sich der Raum über dem Stempel mit schädlicher Luft, sie wird beim Heraufsteigen verjagt durch das Ventil r und so haben wir eine doppelt wirkende Luftpumpe, welche bei jedem Absteigen sowohl als bei jedem Aufsteigen des Stempels so viel Luft schöpft, als sie fassen kann, und gleichzeitig so viel Luft verjagt, als sie vorher geschöpft hatte.

Dieses Wechselspiel ist sehr wirksam und es bringt diese eine Pumpe bei gleichen Ausmessungen und gleicher Geschwindigkeit dieselbe Wirkung hervor, welche der Harzer Wettersatz hervorbringt, wenn er doppelt angewendet wird. Der sehr zum Vortheil der Harzer Maschine in die Augen springende Unterschied liegt aber in der geringeren Kraft, welche

zu ihrer Bewegung erforderlich ist, und in den viel geringeren Kosten der Anlage.

Eine der größten Maschinen solcher Art, jedoch nicht einmal so zweckmäßig als die eben beschriebene, ist in einem Bergwerk bei Lüttich aufgestellt. Dieselbe besteht aus zwei gußeisernen Bottichen von cylindrischer Form und von 12 Fuß Durchmesser und eben solcher Höhe, der Boden dieser beiden Cylinder steht auf dem Raum, aus welchem die Luft entfernt werden soll, d. h. gleichgültig, wo der obere Theil der Maschine sich befinde, ob in dem Bergwerk oder außerhalb desselben — der Boden, der untere Theil der beiden Cylinder muß sich immer durch einen Schacht oder sonst durch eine beliebige Vorrichtung mit den bösen Wettern, mit der verdorbenen Luft des Bergwerks in unmittelbarer Berührung befinden und zwar muß das Zutreten aller anderen als dieser schlechten Luft zu dem Boden der Maschine verhindert werden, sie muß luftdicht abgeschlossen sein.

Zwei solche Cylinder stehen neben einander, in jedem befindet sich ein Stempel, welcher gut an die geschliffenen Wände des Cylinders schließt, jeder Boden hat einige 20 Klappen, durch welche beim Emporsteigen des Stempels, d. h. also bei veranlaßter Luftverdünnung die verdorbene Luft Zutritt zu dem Cylinder gewinnt.

Ist der Stempel durch die Kraft der Dampfmaschine so weit gehoben worden, als es die Räumlichkeit gestattet, so schließen sich die Ventile und der Stempel sinkt nunmehr herab, gleichzeitig öffnen sich aber eben so viel Ventile in der Masse des Stempels, durch welche beim Herabsinken die Luft, die darunter eingeschlossen war, ausströmt. In derselben Zeit, in welcher dieser Stempel sinkt, steigt der in dem benachbarten Cylinder befindliche, man hat hier mithin zwei riesige Luftpumpen mit einfacher Wirkung. Es wäre zweckmäßiger, sie halb so groß, aber mit doppelter Wirkung zu machen, in welchem Falle sie genau die Einrichtung haben würden, welche wir in der vorhin beschriebenen Zeichnung gesehen haben.

Die hier beschriebene Lütticher Maschine fordert eine Dampfmaschine von 33 Pferdekraft. Eine gleiche Wirkung durch eine Harzer Tonnenmaschine hervorgebracht, würde noch nicht den vierten Theil solch' eines Kraftaufwandes nöthig machen.

Die gedachten Harzer Maschinen, so gut, so zweckmäßig und so wohlfeil sie sind, leiden doch an einem Fehler. Die Tonnen sind von Holz und können deshalb nicht von jeder beliebigen Größe gemacht werden, ferner, gerade da sie von Holz sind, sind sie nicht vollkommen luftdicht, sie können mithin die Luft nicht aus sehr großen Tiefen schöpfen, weil hierbei eine *so starke* Verdünnung der Luft vorausgesetzt wird, daß das poröse Holz

sie nicht aushält, dies will sagen, ein Theil der Luft, welche sie füllen sollte (die aufsteigende Tonne), kommt von außen durch die Wandungen.

Da man jedoch sieht, wie vortrefflich die Wirkung ist, so hat man die Uebelstände zu beseitigen gesucht und es ist gelungen, dergleichen Wettermaschinen in sehr großartigem Maßstabe herzustellen. Wir können uns ziemlich genau an die Zeichnung des Harzes Tonnengebläses halten, wir müssen uns nur vorstellen, daß die Gefäße nicht von Holz, sondern von Eisen sind, daß die Röhre, welche in der Mitte befindlich ist, sehr viel weiter, daß sie so weit ist, um nur gerade zu gestatten, daß zwischen ihr und dem äußeren, hier als Faß gezeichneten Cylinder die oben hängende aus Eisen gemachte Maschine (welche durch ihre Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem Gasbehälter einer Erleuchtungsanstalt hat) ohne Anstoß auf- und absteigen kann.

Der Zwischenraum zwischen dem äußeren und dem inneren Cylinder ist mit Wasser gefüllt, der innere Cylinder hat auf seiner oberen geraden Fläche eine große Menge von Ventilen, welche so leicht sind, daß sie durch den geringsten Druck gehoben werden können.

Der auf- und absteigende Cylinder, die sogenannte Glocke, hat die nämliche Einrichtung und es wird hiermit genau ebenso gearbeitet, wie mit der Harzer Maschine, die auf- und absteigenden Cylinder haben aber gleichfalls wie die vorhin gedachten bei der Lütticher Maschine einen Durchmesser von 12 Fuß, die Luft, welche hiermit gefördert werden kann, reicht aus, um das größte Bergwerk zu reinigen, die Verbindung mit dem Wetterschacht muß aber sehr genau sein, bei solchen Ausdehnungen handelt es sich natürlich nicht mehr um Röhren aus Blech von einem Fuß Durchmesser, sondern um einen gemauerten Schacht, dessen Durchschnitt dem der beiden Glocken zugleich entspricht, ist der Durchmesser einer Glocke 12 Fuß, so muß mithin der Schacht einen Durchmesser von? nun lieber Leser wieviel? — wahrscheinlich 24 Fuß? — bei Leibe nicht, das wäre nicht doppelt so viel, sondern 4 Mal so viel, er muß einen Durchmesser von 17 Fuß haben, bei diesem Durchmesser wird seine Durchschnittsfläche fast ganz genau doppelt so groß sein, als bei 12 Fuß. Gehen wir auf ein Quadrat zurück, so können wir uns dieses sehr leicht mit Zahlen anschaulich machen. Ein Quadrat von 12 Fuß Breite hat 144 Quadratfuß Oberfläche, wie groß muß ein Quadrat sein, welches die doppelte Oberfläche, d. h. 288 Quadratfuß hat?

Nun 17 Fuß, denn 17 mal 17 ist 289, dieser eine Quadratfuß wird die Rechnung wohl nicht unrichtig machen.

Aus dem Ganzen und auch aus dieser kleinen Zahlenangabe geht hervor, welche gewaltigen Anstrengungen, welche ungeheuren Geldausgaben

gemacht werden müssen, um große Bergwerke mit gesunder Luft zu versorgen. Kein Thurm der Erde, vielleicht nicht einmal eine ägyptische Pyramide, kostet so viel Kraft und Geldaufwand als ein Wetterschacht von 800 Fuß Tiefe und 17 Fuß innerem Durchmesser. Man hat nämlich nicht blos einen Thurm von mehr als 30 Fuß Querschnitt und 800 Fuß Höhe zu bauen, sondern man hat vorher einen hohlen Raum von dieser Größe auszumeißeln und auszusprengen, um nun erst innerhalb dieser Höhlung den Bau zu beginnen. Wenn man dergleichen Riesenbauten in ihre Einzelheiten zerlegt und betrachtet, welche Anstrengungen die Herstellung derselben gekostet, so verliert man allen Respekt vor den sogenannten Wunderwerken der Welt, zu denen auch die Pyramiden und die hängenden Gärten der Semiramis 2c. gehören. Jedes Fort um die Festung Posen oder Königsberg oder Paris ist zehnmal größer als eine ägyptische Pyramide und die hängenden Gärten von Sanssouci, d. h. die Terrassen daselbst sind sehr viel größer und prachtreicher als diejenigen, welche man der Semiramis zuschreibt. Man wird einwenden: „wenn dies so leicht ist, warum bauen wir denn keine Pyramiden?"

Wir können sie wohl bauen, da sie aber für uns ganz werthlos sind, so bauen wir dergleichen geschmacklose Dinge nicht, sondern wir bauen das Schöne und Zweckmäßige und vereinigen es nur dann mit dem Colossalen, wenn es nöthig ist.

Noch eine andere Art der Luftförderung gewährt der Ventilator, welchen man das Centrifugalgebläse nennt. In allen großen Feuerwerkstätten, in Maschinenbauanstalten, in Eisengießereien findet man dieses Instrument jetzt in Thätigkeit, es besteht aus einem minder großen Cylinder von viel geringerer Höhe als sein Durchmesser ist. In diesem Cylinder bewegt sich ein Kreuz von Schaufeln, welche den Cylinder fast ganz genau ausfüllen, es darf keine Reibung an den Wänden stattfinden, aber die Zwischenräume zwischen den sich bewegenden Schaufeln und den Wänden des Cylinders müssen so gering wie möglich gehalten werden.

Um die Axe her befindet sich auf jeder Seite des Cylinders eine Oeffnung, durch welche Luft hineinströmen kann, an einer Seite des kreisförmigen Umfanges befindet sich gleichfalls eine Oeffnung, durch welche natürlich auch Luft zutreten kann; wenn nun aber die vier Schaufeln in diesem Cylinder in sehr rasche Bewegung gesetzt werden, so schleudern sie die Luft, welche zwischen ihnen ist, von sich und zwar, da sonst kein Ausweg für dieselbe ist, zu dem Loche hinaus, welches in dem kreisförmigen Um des Cylinders angebracht ist. In die runden Oeffnungen, welche flachen Seite des Cylinders angebracht sind, strömt Luft ein, um wieder nach außen hin geschleudert zu werden.

Wenn man diese Centrifugalmaschine nun mit dem Wetterschacht eines Bergwerks in Verbindung bringt, so hat man es in seiner Gewalt, gute, gesunde Luft aus der Atmosphäre in den Schacht zu blasen oder Luft, die aus dem Bergwerk geschafft werden soll, aus diesem Schachte heraus zu ziehen.

Das Letztere geschieht, wenn man eine der Oeffnungen an der Axe des Ventilators vollkommen luftdicht verschließt, die andere Oeffnung aber auf den Schacht selbst legt, natürlich auch luftdicht, so daß zwischen dem fliegenden Ventilator und der Mündung des Schachtes keine Luft durchdringen kann, alle Luft, welche durch den Ventilator eingesogen wird also aus dem Schachte genommen werden muß.

Bei der Bewegung der Schaufeln schleudern diese die Luft nach außen, der Ventilator ist in diesem Falle ein Saugapparat.

Soll Luft in den Schacht geblasen werden, so läßt man beide Oeffnungen an der Axe frei, stellt die Mündung in der Peripherie jedoch auf die Mündung des Schachtes, verschließt alle übrigen Zugänge zu dem Schacht luftdicht, so daß zwischen dem Ventilator und der Schachtmündung keine Luft ein- oder austreten kann, als durch eben die Oeffnung in der cylindrischen Wandung des Apparats. Wird nunmehr der Apparat in Bewegung gesetzt, so ist er für das Bergwerk ein Gebläse, ein Blasebalg, er schöpft frische Luft aus der Atmosphäre und treibt dieselbe gewaltsam in den Schacht hinein.

Welche Leistungsfähigkeit diese Centrifugalgebläse haben, kann man in den großen Maschinenbauanstalten sehen, in denen durch einen Ventilator von 6 Fuß Durchmesser und 1 Fuß Höhe des Cylinders 80 große Schmiedefeuer zu gleicher Zeit gespeist werden, wobei man nicht vergessen darf, welche Schwierigkeiten sich durch die Tausende von Fuß betragenden Leitungen und durch die vielfältigen Spaltungen der Röhren, welche ja für jedes Feuer einzeln von der Hauptröhre abgeleitet werden müssen, ergeben. Würde die Luft in einer Weite ununterbrochen fortgetrieben, so würde sie genügen, um 10 Mal so viel Feuer zu speisen, wenn ihre gesammte Masse (wenn all der Brennstoff) zu einer Masse vereinigt wäre.

Eine Wettermaschine von ganz eigner Art ist die unter dem Namen der Fabri'schen Wetterräder bekannte.

Ein Jeder weiß, daß, wenn eine Thüre zwischen zwei Zimmern mit einer mäßigen Schnelligkeit geöffnet wird, die beiden Thüren außerhalb, welche die daran stoßenden Zimmer mit den übrigen verbinden, in Bewegung gesetzt werden. Es kann dies so weit gehen, daß die offene Thüre im ersten Zimmer geschlossen, zugeschlagen, die halb offene Thüre im zweiten Zimmer ganz aufgeworfen wird, wenn man die in der Zwischenwand be-

findliche, beide Zimmer verbindende Thüre bewegt. Es geht hieraus h daß durch eine so unvortheilhaft konstruirte Maschine, wie der Flügel Thür ist, die Luft in zwei großen anstoßenden Räumen eine so stark wegung erhält, daß sie einen gewissen Effekt hervorbringt.

Die Fabri'schen Räder sind nun solche Flügelthüren, welche sich während nach einer Richtung öffnen. Es sind ihrer drei auf eine und zwei Axen jede mit drei Thüren stehen neben einander und w solchergestalt bewegt, daß immer ein Flügel der einen Axe zwisch beiden Flügel der andern Axe kommt, und hierdurch ein Luftraum schnitten wird, welcher schöpft, was zwischen die Flügel und die ä Wandungen auf beiden Seiten der Maschinerie kommt.

Die beiden Axen mit ihren sechs Flügeln drehen sich immerfor es kommt bei jeder Sechstelumdrehung ein Flügel der ersten Axe zu zwei Flügel der zweiten, dann ein Flügel der zweiten Axe zwischen j Flügel der ersten, Vorsprünge und Vertiefungen greifen solchergestalt i ander und verschließen der äußeren Luft den Zutritt.

Die Bewegung kann beliebig schnell gemacht werden, man kann nach beliebig schnell einen gewissen Kubikinhalt, wie derselbe immer zu die Flügel kommt, fortschaffen, dieser Kubikinhalt hängt natürlich vo Größe der Flügel ab und dieselben werden so gemacht, daß sie weni 9 Fuß lang und 6 Fuß breit sind, wodurch eine beträchtliche Luft gefaßt werden kann.

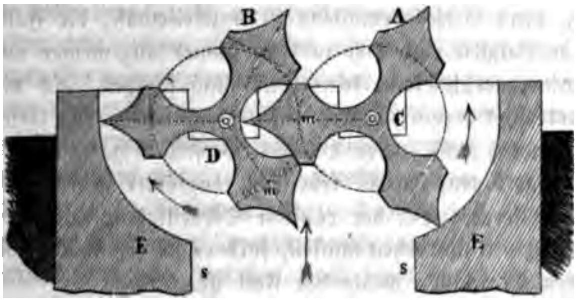
Von luftdichtem Ineinandergreifen der Theile ist natürlich keine bei solchen Flächen würde dadurch eine Kraft absorbirt werden, welch besser verwenden kann, wenn aber der Verschluß nicht luftdicht ist, s ein beträchtlicher Theil des Nutzeffekts verloren. Dieses weiß der fertiger sehr gut und er wägt die Kraft und den verlangten Effekt leicht beweglichen Maschine ab gegen die Kraft und den möglichen einer dem Ideal entsprechenden luftdicht schließenden Maschine, find nun, daß der Nutzeffekt bei Thüren, die nur an den Wänden der Ma vorüber streichen, gleich ist der halben Luftmenge, welche beschafft w könnte, wenn die Maschine in allen ihren Theilen luftdicht schlösse, um eine solche Maschine zu bewegen, eine 30fach größere Kraft wäre, als er sie anzuwenden genöthigt ist bei der gewöhnlichen nicht ßenden Maschine, so leuchtet ihm sehr bald die Unvortheilhaftigkeit Beginnens ein und er opfert lieber 50 Prozent Effekt als 3000 Kraft.

So verfertigt man denn diese Maschinen jeder Zeit auf Weise, welche man zum Verschluß von Thüren anwendet, zwei verschiedenen Richtungen öffnen sollen. Man rundet

nd beschlägt sie mit weichem Leder oder auch nur mit Filz. Die Wände, r welchen diese Thürflügel hinstreichen, werden sehr gut geglättet und auf iese Art wird erlangt, was man nur irgend fordern kann.

Die Einrichtung dieser Maschine hat mancherlei Abänderungen erlitten nd sie ist von da an, wo sie erfunden wurde, bis zu dem jetzigen Zeitunkt vielfach verbessert, namentlich aber so eingerichtet worden, daß die chöpfräume vervielfältigt und gegen Abgabe der eingeschlossenen Luft nach er unrechten Seite verwahrt werden, so sind z. B. querübergehende Arme n den Flügeln angebracht, und um hiervon einen Begriff zu geben, fügen ir eine Zeichnung bei.

Fig. 1225.



Wir sehen hier in A und B die beiden dreiflügeligen, um die Axe C veglichen Thüren, sie sind in einem Gehäuse E eingeschlossen, welches er dem Schacht S steht, die drei Flügel haben Querarme m m m und ischen je zwei Armen befindet sich ein kreisförmiger Ausschnitt D, der hacht endet mit einem halben Cylinder, welchen wir hier im Querrchschnitt sehen, gerade wie auch die Flügel nur im Durchschnitt gechnet sind.

Man sieht nun sehr deutlich, daß wenn die beiden dreiflügeligen Axen ch der Richtung der Pfeile bewegt werden, zu beiden Seiten derselben mer durch zwei Flügel, die einander zunächst stehen, Luft geschöpft und ch außen geworfen wird mit derjenigen Schnelligkeit, welche man überupt der Maschine zu geben vermag. In demselben Augenblick, wo dieses schieht an den Rändern des Schachtes, stellt sich in der Mitte zwischen n beiden dreiflügeligen Axen ein sehr guter Verschluß her. Ist derselbe zt zwischen m und D hervorgebracht, so wird er bei einer Drittelndrehung der beiden Axen zwischen B und C stattfinden, indem die jetzt ifstehende Spitze B sich in die Vertiefung senkt, die gegenwärtig ganz fen steht.

Der Erfinder dieser Maschine, Ingenieur bei den belgischen Bergwerken, hat durch unparteiische Personen sein Instrument untersuchen und seine Leistungen würdigen lassen und es hat sich ergeben, daß bei Anwendung einer Dampfmaschine von 5 Pferdekraft und 30 Umdrehungen in der Minute die entfernte Luft genau gleich ist der Hälfte des zwischen den Flügeln befindlichen Raumes. Gesetzt, zwischen je zwei Flügeln hätte man einen Kubikklafter Raum und die beiden Axen dreheten sich 30 Mal in einer Minute, so würde man an Nutzeffekt an ausgeschöpfter Luft haben: 6 . 30 Kubikklafter dividirt durch 2 d. h. 90 Kubikklafter in einer Minute.

Vielfältige vergleichende Versuche sollen ergeben haben, daß keine andere Luftschöpfmaschine einen ähnlichen Effekt zeige wie diese und es scheint, daß diese Versuche oder diese Angaben sich auf die Wahrheit, sich auf Thatsachen stützen, denn dieses wenigstens ist unzweifelhaft, die Fabri'sche Maschine wird in Belgien von Tag zu Tag immer allgemeiner und selbst die eitlen Franzosen, welche sonst keine Erfindung schätzen, als die aus dem Schooße Frankreichs hervorgehende, bedienen sich sehr häufig dieser Maschine. Ein nicht zu vernachlässigender Vortheil derselben gegenüber dem Centrifugalgebläse liegt darin, daß sie sehr viel langsamer gehen darf, ohne ihre Wirkung zu verlieren. Bei der rapiden Schnelligkeit, mit welcher sich die Centrifugalmaschinen umdrehen müssen, fordern sie sehr häufig Reparaturen, was bei diesen Maschinen wenig der Fall ist.

Viele dieser Instrumente können sowohl zum Aussaugen der Luft, als zum Blasen angewendet werden, man darf in der Regel ihre Bewegung nur umkehren oder ihre Ventile versetzen, mit dem Ventilator durch Centrifugalgeschwindigkeit findet dasselbe statt, wenn man die Oeffnungen, welche mit dem Schacht in Verbindung stehen, verwechselt. Bringt man die Oeffnung, welche in der Peripherie des eisernen Cylinders befindlich ist, auf die Mündung des Schachtes, so stehen die Mündungen an der Axe mit der atmosphärischen Luft in Berührung, die Bewegung des Ventilators hat mithin zur Folge, daß frische Luft geschöpft und in den Schacht geblasen wird, die Fabri'sche Maschine, über dem Schacht stehend, darf nur umgekehrt gedreht werden, so schöpft sie frische Luft aus der Atmosphäre und drückt sie in den Schacht hinab.

Es hat dieses gewisse Vortheile. Man glaubt bemerkt zu haben, daß die Wetterbläser ein wenig mehr Effekt haben bei gleicher Kraft, Thatsache wenigstens ist, daß der Druck, welcher dadurch verursacht wird, die Entwickelung schädlicher Gase in etwas hindert. Umgekehrt wird bei den saugenden Maschinen die Luft im Schachte und folglich im ganzen Bergwerk etwas verdünnt, wodurch sich natürlich die brennbaren Gase mit größerer Leichtigkeit entwickeln können.

Die blasenden Wettermaschinen versperren die Oeffnung des Schachtes ben so gut, wie die saugenden Maschinen, aber die blasenden führen einen Nachtheil mit sich, welcher in den meisten Fällen veranlaßt, daß man den saugenden Maschinen den Vorzug giebt. Beide Maschinen versperren den Schacht und machen ihn sowohl für den Befahrer als für den Förderer der Mineralien unbrauchbar, aber die saugenden machen nur diesen einen Schacht unbrauchbar, indessen die blasenden Maschinen zwei Schachte, wenigstens für das Befahren untauglich machen. Bei den saugenden Maschinen wird der Schacht, über dem sie stehen, mit der schlechten Luft des Bergwerks gefüllt, bei den blasenden Maschinen aber enthält gerade dieser unfahrbare Schacht die gesundeste und reinste Luft, indessen ein zweiter, durch welchen die unreine Luft ausgetrieben wird, alle die schlechten und verderbliche Gase enthält, die aus dem Bergwerk getrieben worden sind, in denen mithin kein Mensch athmen kann, ja die selbst der Förderung von Erzen oder von Wasser nachtheilig sind, wie wir bereits gezeigt haben, indem die gasförmigen Säuren das Eisen und die sonst angewendeten Metalle, das Leder, die Taue ꝛc. angreifen und zerstören. Hat man dagegen eine saugende Maschine, so wird der zweite Schacht, durch welchen die gesunde Luft abwärts geht, zu jedem andern Zwecke gebraucht werden können.

Ueber die Wirkungen der Maschinen und über ihre zweckmäßige Anlage, über den Kohlenverbrauch, über die Sicherheit, welche sie gewähren, hat Hartmann vergleichende Bemerkungen gegeben, welche von wesentlichem Interesse sind.

Derselbe sagt, um die Zerstörung der Maschine durch mögliche Explosionen zu vermeiden, bringt man dieselbe stets in einiger Entfernung von dem Wetterschachte an und setzt die Wettermaschine mit der Dampfmaschine durch ein Gestänge in Verbindung. Die Explosion kann sich bis zu Tage fortsetzen, in diesem Falle wird bei der erforderlichen Entfernung nur der Ventilator, nicht aber die Dampfmaschine ergriffen.

Man hält es für schwierig, so ausgedehnte Gruben, wie die engländischen Kohlenbergwerke, durch Maschinen zu reinigen. In der Grube Coxlouch in Nord-England werden in der Minute 40,000 bis 50,000 Kubikfuß gewechselt und dieses geschieht lediglich durch Heizung von Wetterherden und einen Schacht mit erhitzter Luft. In England herrscht allgemein die Ansicht, daß in Kohlenbergwerken, wo die Entwickelung der schlagenden Wetter vorzugsweise zu befürchten ist, Feueressen oder Wetterherde eine größere Sicherheit gewähren als Ventilatoren und wäre es nur deshalb, weil die letzteren reparirt werden müssen, in dieser Zeit also kein Luftwechsel statt hat. Es hat sich auch durch Beobachtung ergeben, daß bei Benutzung der Wetterherde die Verdünnung der Grubenluft immer ausreichend gewesen

sei und dennoch entstehende Explosionen nicht hierin ihren Grund gehabt haben, sondern in der mangelhaften Vertheilung der zuströmenden frischen Luft. Auf solchen entfernten Punkten sind dann wohl Explosionen entstanden, niemals aber bei den Wetterherden selbst, von denen man meinen sollte, daß sie gerade zu den größten Befürchtungen Anlaß geben würden.

Was die Kosten betrifft, so ist allerdings der Kohlenverbrauch bei den Wetterherden sehr viel größer als für die Dampfmaschinen, welche Ventilatoren in Bewegung setzen sollen. Ein Kubikklafter Luft in der Minute durch einen Feuerherd gefördert, fordert in 24 Stunden 230 Pfund Steinkohlen, sie müssen aber von der besten Beschaffenheit sein, müssen starke Flammen geben, es können nicht Grus oder Abgangkohlen gebraucht werden. Eine gleiche Menge Luft durch eine Faber'sche Maschine gefördert, braucht in 24 Stunden kaum die Hälfte der Kohle und da es nicht auf die Größe der Flamme ankommt, so kann man die schlechteste, die wohlfeilste Kohle anwenden, demnächst aber sind die Kosten der Wartung und Heizung einer Maschine beträchtlich geringer als die Kosten der Heizung eines Wetterherdes. Selbst die Zinsen des Kapitals, welches in der Anlage steckt, mitgerechnet, stellt sich die Rechnung noch immer sehr zum Vortheil der Maschine.

Es ist wahr, daß man meistentheils die Wetterherde so einrichten kann, daß sie nicht Veranlassung zu Explosionen geben, doch wird es in vielen Fällen schwer, in einigen vielleicht unmöglich sein, während die saugenden Maschinen die Sicherheit unter allen Umständen hervorbringen können.

Ist die Luftmenge, welche gewechselt werden soll, sehr groß, so braucht man den Maschinen nur eine Ausdehnung zu geben, welche den geforderten Leistungen entspricht, oder man stellt mehrere auf. Die Leistung eines Herdes aber soll sich über eine gewisse Grenze nicht steigern lassen, wenn man nicht neue Bauten vornehmen will, was natürlich neue und große Kosten verursacht.

Der Nutzeffekt, welchen Wettermaschinen geben, hängt nicht von der Feuchtigkeit des Wetterschachts ab, die Wirkung der Wetterherde aber wird im Allgemeinen sehr bedingt durch eben diese Feuchtigkeit.

Explosionen.

Die Vorsichtsmaßregeln, von denen wir bisher gesprochen haben, sind lediglich gegen die durch brennbare Gase entstehenden Explosionen gerichtet. Diese Gase vermischen sich mit dem in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoff und bilden das sogenannte Knallgas, welches zwar nicht so gefährlich ist, als eine im Laboratorium gemachte Mengung von zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas, aber doch entsetzliche Wirkungen hervorbringt.

Dies letztere ist das eigentliche wissenschaftlich sogenannte Knallgas, eine damit gefüllte Grube würde bei der Explosion nicht blos innerlich zerstört werden, sondern es würde wahrscheinlich der Berg, in dem die Grube ist, gehoben, wie durch eine vulkanische Eruption zertrümmert, verschoben, umgestürzt werden.

In der Grube befindet sich aber nicht Knallgas, sondern atmosphärische Luft, Kohlensäure und etwas Kohlenwasserstoffgas, wahrscheinlich beträgt in dieser Mengung der Sauerstoff nicht viel über 15 Prozent, wenn hierzu wirklich ein Antheil Wasserstoffgas käme, der mit dem Sauerstoff Knallgas bildete, so würde die in der Grube enthaltene Knallgasmenge immer durch 5 Mal so viel nicht miterplodirenden Stickstoff, gemengt mit Kohlensäure, verdünnt sein.

Aber obschon selbst dieses Verhältniß (das gefährlichste) nicht eingehalten wird, die ausströmende Wasserstoffgasmenge früher entdeckt wird, als bis genug vorhanden ist, um allen Sauerstoff zu Knallgas zu verbrauchen, so sind die Wirkungen immer doch entsetzlich genug, wenn wirklich eine Explosion entsteht.

Durch die Entzündung wird Wasserdampf und Kohlensäure gebildet, welche beide durch die Flamme der Explosion eine sehr hohe Temperatur, beinahe die Glühhitze erhalten, wodurch ihre Ausdehnung auf das Doppelte der früheren steigt, dadurch wird alles, was in den Gängen dem mit Gewalt hervorbrechenden Strome gegenübersteht, niedergeworfen, auch die Luft wird mit unglaublicher Gewalt zu dem Schachte und Stollen hinausgeschlagen und alles, was darin enthalten ist, Wasserleitungen, Leitern, Scheidewände, wird zerstört und in furchtbarster Weise umhergeschleudert, so daß Personen, welche 1000 Schritt außerhalb des Bergwerks, aber gerade vor einem Stollen stehen, noch niedergeworfen werden, wie durch einen westindischen Orkan. Die Personen, welche in der Grube selbst sich befinden, werden auf eine schreckliche Weise verbrannt und zugleich gegen die

Wandung der Stollen geschleudert, so daß sie nicht selten hieran allein erliegen. Im Augenblick darauf wird der die Grube erfüllende Wasserdampf niedergeschlagen und es stürzt jetzt ebenso gewaltsam die äußere Luft in den luftleeren Schacht wie vorher die brennende, glühende Luft aus demselben entwich.

Alle diese erschreckenden Erscheinungen gehen in solcher Schnelligkeit vor sich, daß Leute, die mit dem Leben davongekommen sind, erzählen, sie hätten nichts als einen Knall und einen Stoß gehört und empfunden, die sie versengende Flamme habe nur einen untheilbaren Augenblick gedauert, aber sie seien beinahe erstickt und erblindet durch den die Räume erfüllenden Staub und die tödtliche Luft.

Gewöhnlich aber sind die Wirkungen noch schlimmer, das ganze Bergwerk oder beträchtliche Strecken desselben sieht man verschüttet, die unglücklichen Menschen, welche verstümmelt und verbrannt in irgend einem schützenden Winkel liegen, sind nicht zu retten, denn die Luft ist vollkommen tödtlich, die Explosion hat den Sauerstoff verzehrt, zurückgeblieben ist nur der Stickstoff und die Kohlensäure, beides tödtliche Gasarten. Nicht nur kann kein Mensch zu ihnen gelangen, sondern, wenn es auch nach längerer Zeit geschieht, sind sie selbst schon Opfer der tödtlichen Gase geworden. Die Scheidewände, die Wetterwechsel, die Thüren sind zerstört, der Luftwechsel ist durchaus abgeschnitten und was möglicher Weise geschehen könnte, muß unterbleiben bis zu der Zeit, wo der Wetterwechsel wieder hergestellt worden ist, aber selbst dieses unterliegt den größten Schwierigkeiten, da die Entwickelung der explodirenden oder wenigstens der brennbaren Gasarten ununterbrochen fortdauert und das Hinzuführen gesunder Luft gerade diese brennenden Gase in Knallgas verwandelt.

Ist die Explosion eine ausgedehnte geworden, war ein bedeutender Theil der Grube mit schlagendem Wetter erfüllt, so pflegt die Flamme sich durch die Schachte zu entladen, die Zimmerung darin wird durch Feuerung zerstört, die über dem Schacht stehende Maschine und das ganze Wetterhaus, der Bau, der gewöhnlich über dem Schachte steht, wird zerstört und meistens sind auch noch Entzündungen der Steinkohlen selbst die schreckliche Folge solcher großen, weitgreifenden Wetterentladungen.

In der Regel aber nehmen diese Explosionen keinen so großen Raum ein, irgend wo wird ein Spalt geöffnet, durch welchen die Bergleute dem eingeschlossen gewesenen Kohlenwasserstoffgase Raum geben, sich über die nächste Strecke zu verbreiten. Der Geruch zeigt bald an, daß sie sich in Gefahr befinden und wenn sie zeitig genug sich derselben zu entziehen suchen, so wird der Brand vielleicht verhindert oder er kann weniger schädlich gemacht werden, entsteht dennoch eine Explosion, so können die Arbeiter

nach Theilen des Bergwerks flüchten, welche von der Explosion verschont sind.

In solchen Fällen bildet die Explosion sich selbst eine Grenze, sie verhindert ihre Erstreckung. Die Entzündung des Kohlenwasserstoffgases bringt Kohlensäure hervor, ein Zusatz von 20 Prozent derselben zu der vorhandenen Luft verhindert ein ferneres Verbrennen von Wasserstoffgas, welcher etwa noch vorhanden wäre. Ist also durch eine kleine Explosion eine Strecke mit Stickstoff und Kohlensäuregas gefüllt und des Sauerstoffgases beraubt, so ist gerade diese Strecke eine undurchdringliche Schutzwand gegen die weitere Verbreitung der Explosion.

Ist die Zerstörung nicht allgemein gewesen, so bilden die Verbrennungsprodukte und die sehr erhitzten übrig gebliebenen Gase, wie Stickstoff und Kohlensäure, eine Stauung gegen den Luftzug, sie nehmen einen viel größeren Raum ein, als ihnen bei niederer Temperatur zukommt, und sie gehen erst nach einiger Zeit in diesen gewöhnlichen Zustand zurück, nunmehr kann, falls die Thüren in dem Stollen nicht zerstört sind, der Wetterzug wieder seine ursprüngliche Richtung einnehmen und seinen Gang beibehalten.

In diesem Falle zeigt sich das Uebergewicht der künstlichen Maschinen gegen den einfachen natürlichen Luftzug recht deutlich. Sind die Maschinen nicht zerstört, so können sie ihre Thätigkeit ununterbrochen fortsetzen und man wird die Grube bald gereinigt haben. War die Explosion so groß, daß der Wetterschacht davon erreicht und die Maschine zerstört wurde, so ist allerdings von dieser keine Hülfe mehr zu erwarten, aber in dem Falle wäre auch der natürliche Luftzug zerstört, denn die Schachte und Stollen werden zusammengebrochen.

Die Bergleute, abergläubisch wie die Fischer und die Jäger, wie alle, welche von Glück und Zufall abhängig sind, schreiben die Explosion häufig den bösen Geistern zu. Wo sie soweit klüger und geschulter sind, daß sie nicht mehr an Gnomen und Berggeister glauben, erklären sie wenigstens, daß die Jahreszeiten und die Tageszeiten von größtem Einfluß auf die Explosionen seien. Es soll im Frühling und im Sommer das Erscheinen der schlagenden Wetter häufiger sein als im Herbst und im Winter, bei Thauwetter häufiger als in der Kälte, kurz nach Mittag häufiger als die übrige Zeit.

Von allen diesen Behauptungen hat sich keine als wahr erwiesen, aber das ist ausgemacht, daß Explosionen häufiger an Montagen vorkommen als an anderen.

Sollte dies nicht auch ein Aberglaube sein? Was hat Montag oder Dienstag mit den schlagenden Wettern zu schaffen?

Montag, Dienstag allerdings nicht, wohl aber Sonntag, an welchem

nicht gearbeitet wird, an welchem sich mithin die schlagenden Wetter in größter Ruhe und Stille entwickeln und ausbreiten können. In sorgfältig behandelten Bergwerken wird daher auch am Montage gewiß ein erfahrener Bergmann zuerst allein die Grube besteigen um durch den Geruch und die Art der Flamme in seiner Sicherheitslampe zu erkunden, ob sich Wasserstoffgas entwickelt habe und in welcher Menge, ob die Wiederbelebung der Grube sofort thunlich sei, oder ob man erst für Luftreinigung sorgen müsse.

Die Explosionen hängen fast immer von einer Anhäufung des Grubengases und von einer Entzündung desselben ab, die gewöhnliche Entwickelung, die Menge, welche in der Regel langsam erzeugt wird, muß unter allen Umständen durch die Wettermaschine bewältigt werden können, sie ist unzweckmäßig, sie ist ungenügend wenn sie dieses nicht leistet, denn dadurch, daß man nicht nur die schlechte Luft entfernt, sondern auch so viel gesunde Luft zuführt, daß eine hinlängliche Verdünnung der brennbaren Luft stattfindet und sie also nicht zum Brennen kommen kann, wird die Explosion wirksam verhindert.

Etwas anderes ist es mit einer plötzlichen Gasentwickelung, welche der Bergwerksbesitzer weder vorhersehen, noch deren Ergebniß er berechnen kann. Solche plötzliche Entwickelungen sind es, deren wir oben gedacht haben. Irgend wo in der Steinkohlenmasse findet eine Bildung von Kohlenwasserstoffgas statt, die Bildungsursache ist vorhanden, das Gas entwickelt sich, der Raum aber ist nicht vorhanden, das Gas wird folglich stark und immer stärker zusammengedrückt; wenn nun durch einen unglücklichen, aber nicht zu vermeidenden Zufall ein Spalt geöffnet wird, welcher nach jenem Entwickelungspunkte führt, so strömt hier das Gas mit einer um so größeren Heftigkeit aus, als länger die Entwickelung gedauert hat und als es stärker zusammengepreßt war.

Hier ist nun sehr schwer zu helfen, das Sicherste ist immer, die Grube schleunigst zu verlassen und der Luftförderungsmaschine die Reinigung des Bergwerkes zu übergeben. Da die Entwickelungsräume in der Regel nur beschränkt, da die Herde nicht groß sind, so wird dieses bald gelingen und man wird nach einigen Stunden die Grube ohne Gefahr von Neuem bebauen können.

Die Franzosen, welche mit diesen Ereignissen im höchsten Grade leichtsinnig spielen, pflegen folgendes Verfahren einzuschlagen.

Wenn bei Abbau eines Kohlenflötzes sich ein solcher Zufall ergiebt, wenn ein Loch geschlagen wird, durch welches Kohlenwasserstoffgas in die Gänge strömt, so sucht man diese Oeffnung zuvörderst so schnell wie möglich mit einem nassen Lappen zu verschließen, dann wartet man einige Minuten, bis der immerfort dauernde Luftwechsel die einmal ausgeströmte Wasserstoff-

gasmenge so sehr verdünnt hat, daß sie nicht mehr gefährlich ist, dann nähert sich dem verstopften Spalt ein Bergmann mit offener Lampe, er nimmt den verstopfenden Gegenstand hinweg und hält das Licht sofort an den Wasserstoffgasstrom, welcher sich entzündet und mit einer gewissen Vehemenz austretend eine lange gelbe Flamme bildet.

Ist dieses geschehen, so ist alle Gefahr vorüber, eine Explosion kann nicht stattfinden, denn das Gas, welches unverbrannt mit dem Sauerstoff der Luft gemischt eine solche verursachen würde, wird durch die Flamme verzehrt, bevor die Mischung stattfindet, und das Produkt der Verbrennung ist zwar schlechte, unathembare Luft, Kohlensäure, aber nicht explodirbar.

Die Franzosen sind indessen nicht so vorsichtig, als hierfür erforderlich, darum mißlingt ihnen das Experiment nicht selten. Die Anlage desselben ist ganz richtig. Wenn ein Gasbehälter in einer Gasfabrik undicht geworden ist, so untersucht man mit einem brennenden Lichte denselben, man fährt daran auf und ab und wo die schlechte Stelle ist, entsteht eine Flamme ganz ohne Gefahr für den Experimentirenden, denn trotz der 100,000 Kubikfuß, welche in dem Gasbehälter versammelt sind, wird doch keine Explosion entstehen, Wasserstoffgas brennt wohl, aber es explodirt nicht, und in dem Gasbehälter ist wohl Wasserstoffgas, aber nicht Knallgas. So auch hier mit dem Bergwerk, das aus dem Spalt strömende Gas ist frei von Sauerstoff, welchen zu entwickeln an der Quelle dieses Kohlenwasserstoffgases keine Ursache ist, erst bei dem Einströmen in den Stollen oder die abgebaute Strecke entsteht die Mischung mit dem Sauerstoff der Luft.

Würden die Franzosen bei der Entzündung des Gases zuerst den Spalt verstopfen, das bereits gebildete Knallgas fortschaffen und dann zur Entzündung des Wasserstoffgases schreiten, so wäre der Theorie ein Genüge geschehen, die Gefahr wäre beseitigt, sie entzünden aber das Gas sofort, wie sie dessen Ausströmen bemerken, und dann hat sich schon mancher Kubikmeter Knallgas gebildet, der nunmehr auch entzündet wird und dessen Entzündung schon sehr üble Folgen haben kann.

Die Franzosen wissen dieses auch und sie nennen denjenigen, der mit der Entzündung beauftragt wird, den Büßenden (le pénitent), derselbe wird mit nassen Säcken umhüllt, bekommt ein frei brennendes Licht auf einer langen Stange, schiebt diese weit vor sich her und nähert sich so dem gefährlichen Orte auf der Erde kriechend, indessen die andern sich so weit zurückziehen, als möglich, namentlich aber aus der Richtung der zu entzündenden Strecke heraus und in Nebengänge treten. Nun entsteht die Explosion, welche gerade durch die Zögerung, durch das langsame Herankriechen noch stärker wird als nöthig wäre, aber überhaupt sehr wohl vermieden werden könnte.

Der Pönitent kommt in der Regel ziemlich gut davon, falls er hinlänglich nasses Zeug über sich und im Augenblicke der Entzündung auch sein Gesicht darin verborgen hat. Wartet er still liegend eine Minute nach der Explosion, bevor er sich erhebt, so kann er dem erblindenden und erstickenden Staube gut entgehen und er hat in dem brennenden Gasstrahle eine genügende Leuchte, aber es kann ihm auch schlecht genug gehen, weil die Explosion Steinkohlenstücke von der Decke abreißen und ihn so verletzen, verstümmeln, zermalmen kann.

In allen Steinkohlengruben (welches vorzugsweise diejenigen sind, die schlagende Wetter enthalten) muß man der großen Gefahr wegen seine Aufmerksamkeit sorgfältig auf die Veranstaltungen richten, wodurch Entzündungen vermieden werden können.

Die Maschine, welche den Luftwechsel hervorbringt, muß kräftig genug sein, um einen Luftstrom hervorzubringen, der alle Hindernisse zu bewältigen im Stande ist, welche ihrer Wirksamkeit gegenüber treten, also die vielfältigen Krümmungen und Ecken der abgebauten Strecke ꝛc.

Ihre Kraft muß ferner so groß bemessen sein, daß man voraussetzen kann, sie werde auch alle diejenigen Mengen von Wasserstoffgas fortschaffen, welche sich möglicher Weise entwickeln können, und darum muß man bei der Anlage auf einen viel größeren Effekt sehen, als das Bergwerk scheinbar verlangt, denn es können urplötzlich Gasentwickelungen eintreten, welche man gar nicht erwartet hat. Es wird daher gut sein, wenn der Motor auch bei sehr langsamer Bewegung die Reinigung der Grube bewerkstelligt, damit bei gefahrdrohenden Ereignissen nichts weiter nöthig ist, als eine Beschleunigung der Bewegung.

Bei der Anlage des Bergwerks muß man schon darauf sehen, Krümmungen und Verengungen, in denen sich brennbares Gas verbergen und welche der Luftstrom nicht erreichen kann, zu vermeiden. Die Wetterthüren muß man daher mit größter Sorgfalt erhalten, eintretende Brüche sofort beseitigen, damit dem lebhaften Luftzug kein Hinderniß in den Weg gesetzt werde. Man muß im Stande sein, die Geschwindigkeit des ganzen Wetterstromes so gut wie seiner Verzweigungen zu vermehren und zu vermindern und man muß dieses nach der Menge der sich entwickelnden schädlichen Gase thun können, deshalb müssen die absperrenden Thüren auch genau schließen und deshalb dürfen diese Thüren auch niemals bloße Blendrahmen mit Leinwand bezogen sein. Der Steiger, der Aufseher des Bergwerks hat die unerläßliche Verpflichtung, alles darauf Bezügliche oft genug zu untersuchen und sich von der Leistungsfähigkeit der Maschinen, der Fallthüren ꝛc. zu überzeugen.

Am häufigsten entstehen solche plötzliche Einbrüche von Gas, wenn

man sich in der Nähe alter Gruben befindet, welche verlassen, aber nicht verschüttet sind. Wenn man dahin gelangt, daß ein solcher Einbruch möglich oder wahrscheinlich wird, so muß vor dem Weiterschreiten in dem Abbau die Strecke untersucht werden, was durch den Erdbohrer geschieht; in der Richtung, in welcher man die verlassenen Grubenräume weiß oder muthmaßt, wird gebohrt, so weit es die Räumlichkeit gestattet. Wenn kein Gas aus der Bohröffnung strömt, so kann man unbesorgt so weit mit der Arbeit vorschreiten, als diese Oeffnung reicht, strömt aber Gas aus, oder hört beim Weitertreiben der Widerstand des durchbohrten Steins plötzlich auf, was ein Beweis ist, daß sich vor dem Bohrer eine Höhlung befindet, so muß das etwa ausströmende Gas untersucht und wenn es schädlich befunden worden, die Oeffnung mit einem langen, in nassem Thon getauchten Stöpsel verschlossen werden, ähnliche Vorsicht ist auch überall zu beobachten, wo starke Klüftung des Gesteins die Möglichkeit plötzlicher Gasentwickelung zeigt. Um bei vorkommenden Fällen nicht durch den Staub erstickt zu werden, muß auch aller Grus am Boden befeuchtet und weggekehrt werden.

Geschossen, d. h. durch Pulver gesprengt, darf überhaupt in Steinkohlenbergwerken nur mit großer Vorsicht werden, da aber, wo sich schlagende Wetter bilden, darf dieses doch niemals geschehen.

Grubenbrände.

Ist eine Explosion eine höchst schreckliche, aber ziemlich schnell vorübergehende Erscheinung, so ist ein Grubenbrand meistens noch schrecklicher und zerstörender, er kann nämlich durch Erstickung die Arbeiter tödten und er macht in der Regel die Grube gänzlich unfahrbar. Bei einer Explosion kann die Grube verschüttet werden, aber sie ist auch wieder zu reinigen, bei dem Brande hingegen, der das Kohlenflötz ergriffen hat, ist beinahe jede Hülfe unmöglich.

Die Entstehung eines Grubenbrandes rührt meistentheils von der Sorglosigkeit der Arbeiter, mitunter auch von dem Zufall her. Jede Nachlässigkeit, welche ein Haus anzünden kann, giebt auch möglicher Weise Veranlassung zu einem Grubenbrande. Ein Arbeiter, der seine Lampe fallen läßt, welche dann Stroh oder Spähne entzündet; ein Ofen der Risse bekommen hat; ein Feuerkorb der in einem gezimmerten Schacht emporgezogen oder niedergelassen wird und Funken sprüht, alles dieses kann die

Entzündung des Bergwerks herbeiführen, aber der Brand kann auch entstehen, indem Grubengas absichtlich angezündet wird, um es unschädlich zu verzehren. Wenn man nach dem Abbrennen den Spalt, aus dem es geströmt ist, nicht sehr sorgfältig untersucht, so kann allein diese Vernachlässigung einen Brand zur Folge haben, noch leichter kann dieses geschehen durch eine vorhergegangene Explosion, welche einige Stellen angezündet hat, von wo sich dann der Brand weiter fortpflanzt, bevor man im Stande ist, zu seinem Herde zu gelangen.

Aber auch Selbstentzündungen kommen vor. Die Kohle nimmt eine stufenweise steigende Erwärmung an, es bildet sich eine starke Kohlensäureentwickelung, wodurch die Wärme noch gesteigert wird, und ist Schwefelkies und Schwefeleisen vorhanden und wird die Zersetzung durch Nässe genährt, so ist eine Entzündung beinahe unausbleiblich.

Besteht das Dach des Kohlenflötzes aus Sandstein oder aus grobem Conglomerat oder liegt der Bau in der Nähe des Ausgehenden, hört er bald auf, so ist kein Brand zu befürchten, dagegen sind Flötze, welche in sehr bedeutender Tiefe liegen oder Flötze, welche bituminösen Schiefer zur Decke haben, sehr leicht entzündlich. Die durch Zersetzung der Steinkohle hervorgebrachte Wärme erreicht einen sehr hohen Grad, wenn sie auf einem engen Raum concentrirt ist.

Wird eine Grube ununterbrochen genügend gelüftet, so kann sich die Temperatur nicht bis zu einer gefahrbringenden Höhe steigern, aber die Unvorsichtigkeit läßt sich doch wiederum nicht beseitigen. Der Kohlenstaub ist ein gefährlicher Zünder. In Schlesien glaubt man, das reine Abbauen der Kohle bis auf das letzte Stück und die vollständige Entfernung von Kohlengrus und Staub aus der Grube sei das einzig sichere Mittel zur Verhinderung von Grubenbränden, aber ein Jeder sieht ein, wie schwierig dieses Unternehmen ist und welche Kämpfe man mit den Bergleuten zu bestehen hat, die in einem beharrlichen Eigensinn alle Vorsicht verschmähen.

Wo der bloße Luftwechsel und die Reinigung der Gänge nicht genügend gefunden worden, pflegt man sich auf Mauern und Dämme zu verlassen. Aus dem trockenen tauben Gestein mit trockenem Lehm geschichtet führt man die Mauern auf, welche das abgebaute Bergwerk von dem noch im Bau begriffenen sondern. Will man sehr sicher gehen, so greift man zu den Dämmen, d. h. man macht zwei parallele Mauern und füllt den Zwischenraum mit festgestampftem Rasen oder mit Letten. Am gefährlichsten sind die Grubenbrände gerade da, wo man genöthigt ist, starke Kohlenpfeiler zur Stütze der Decke (des Hangenden) stehen zu lassen und hier ist das völlige Isoliren der abgebauten Felder von den noch zu bebauenden unerläßlich, hier muß ein sehr breiter und ein so starker Damm

vorgezogen werden, daß selbst für den Fall, daß die Kohlenpfeiler durch Selbstentzündung verzehrt werden und das Hangende des abgebauten Bergwerks zusammenstürzt, der Damm nicht mit zerstört wird und auch die sich entwickelnden brandigen Gase nicht durchdringen können.

Solche Selbstentzündungen in einem abgeschlossenen Bergwerksraum und der fortdauernde Brand ist ein schwer zu erklärendes Ereigniß. Bekanntlich ist zum Brennen der Sauerstoff der Luft unerläßlich. Wenn bei unreinen, bei schwefelhaltigen, erzhaltigen Steinkohlen auch das Vorhandensein des Sauerstoffes in dem Erze nicht geläugnet werden kann, so ist doch keine Frage, daß derselbe durch die Erhitzung keinesfalls in solchem Grade frei gemacht wird, um die Entzündung zu veranlassen oder den Brand zu nähren. Es ist hiermit nicht so, wie mit dem Schießpulver, wo durch den vorhandenen Salpeter Sauerstoff genug gegeben wird um den Schwefel und die Kohle zu oxydiren, die Verbrennung zu veranlassen und durch die glühenden Gase die Explosion hervorzubringen.

Wenn nun aus der Kohle und den Erzen Sauerstoff nicht entwickelt werden kann, welcher nun einmal zum Verbrennen nöthig ist, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, in das Bergwerk und wäre es Hunderte und Tausende von Fuß unter Tage gelegen, bringe noch immer genug Luft, um den Brand zu nähren.

Einen Grubenbrand zu unterdrücken, gehört nicht gerade zu den Kleinigkeiten, aber allerdings kommt es sehr auf die Stärke des Feuers an und auf die Dauer desselben, auf die Schnelligkeit, mit welcher man aufmerksam darauf wird.

Geräth die Grubenzimmerung in Brand, so bemerkt man dieses bald an dem Rauch, welcher durch die Strecken zieht und einen Schacht aufsucht, um zu Tage zu gelangen. Der Geruch giebt hier auch sogleich zu erkennen, ob der Brand von einer chemischen Wirkung, Zersetzung oder dergleichen herrührt, man wird in diesem Falle die Schärfe der Zersetzungsprodukte sehr wohl wahrnehmen können.

Ist der Brand im Entstehen begriffen, so genügt hier, wie überall, ein Eimer Wasser oder ein Paar, vorausgesetzt, daß man sich, ohne zu ersticken oder zu verbrennen, dem Sitze des Feuers so weit als nöthig nähern kann, was allerdings in einem Bergwerk nicht so leicht ist, als in einem Zimmer, wo etwa die Dielen vor dem Ofen soeben Feuer gefangen haben.

Bemerkt man das Uebel nicht gleich im Entstehen, sondern erst, nachdem es schon Fortschritte gemacht hat, so ist das Ersticken des Brandes sehr viel schwieriger. Das erste, was man zu thun versucht, ist das Abschneiden des Brandes, man errichtet in allen zu dem Feuer führenden

Gängen Dämme, wodurch der Zutritt der äußeren Luft gänzlich unterdrückt wird. Ist der Brand bedeutend, so muß man um so schneller mit dem Bau der Dämme sein und darf keine Strecke, keinen Stollen vergessen. Bemerkt man ein Verringern der Hitze, indem die abgeschnittene Luft den Brand dämpft, so sucht man mit den Dämmen dem Feuer näher zu rücken und dasselbe auf immer engere Grenzen zu beschränken.

Ist das abgebaute Feld nur von schwachen Pfeilern gestützt, so umzieht man den Brand mit einem einzigen ganz zusammenhängenden Damme, welcher mit feuerfesten Materialien aufgeführt werden muß. Derselbe muß auch so weit von dem Sitz des Feuers entfernt sein, daß während der Erbauung desselben die Arbeiter weder von dem näher rückenden Feuer noch von dem erstickenden Brandgase und dem Rauch erreicht werden.

Zugleich muß man aber auch für das Abziehen des Rauches sorgen und darum läßt man entweder eine Verbindung mit dem nächsten Schachte offen oder man bohrt von Tage her eine Oeffnung hinab auf das Brandfeld, in welche man ein Ventil einsetzt, das sich durch den Druck der Gase nach außen öffnet und ihnen Abzug gewährt, dagegen das Herabsinken der atmosphärischen Luft vollständig verhindert.

Wenn sich in einer Grube, in welcher schlagende Wetter befindlich sind, ein Brand entwickelt, so ist dieses das gefährlichste, was geschehen kann, Eindringen ist alsdann völlig unmöglich und es bleibt nur ein Mittel, die Erstickung des Feuers durch Abschneiden aller atmosphärischen Luft, aber auch dieses Mittel gehört zu den sehr schwierig auszuführenden. Es genügt nämlich keinesweges, den Schacht an seiner Oeffnung mit Balken zuzudecken und darauf Erde zu häufen, es ist nöthig, die Verdämmung innerhalb der Grube vorzunehmen und zwar geschieht dieses auf folgende Weise. An möglichst lange Ketten, um dem Sitz des Feuers möglichst nahe zu kommen, hängt man ein Gerüst auf, welches ziemlich flach den Schacht querüber verschließt. Man bringt dieses Gerüst darum so tief als möglich an, damit die atmosphärische Luft, welche in dem Schacht befindlich ist, nicht mit zur Ernährung des Brandes dienen könne. Ist dieses Gerüst so weit als irgend thunlich herabgelassen worden, so schüttet man von oben trockenen Lehm womöglich pulverisirt auf das Gerüst hinab, damit dadurch die Fugen des Gerüstes und die Spalten zwischen demselben und dem Schachte verschlossen werden, dann gießt man mittelst einer Brause Wasser hinab, um den Lehm in alle Ecken und Spalten zu schlemmen, nun wiederholt man das Beschütten mit trockenem, staubigem Lehm und wiederholt auch das Benetzen, bis man glaubt, der Luft den Zutritt völlig abgeschnitten zu haben.

Hat der Schacht Wasserzufluß von der Seite, so würde, falls man

den Damm unten so dicht machen wollte, dieses sich im Schachte anhäufen und seine Masse könnte nach und nach so groß werden, daß die Kette, der Last nachgebend, zerreißen müßte. Um dieses zu vermeiden, bringt man ein heberförmig gebogenes Metallrohr in dem Verschluß des Schachtes an, dasselbe reicht ein paar Klafter weit unter der hölzernen Decke hinab und steht auch ein paar Ellen hoch darüber, dieser obere Theil ist in sich selbst zurückgebogen, so daß er hier, wenn auch nur auf eine kurze Strecke, verdoppelt ist. Man schüttet nunmehr den trockenen Lehm auf und sucht so die Oeffnung zu verschließen, welche durch die Anhäufung des Wassers natürlich doppelt dicht wird.

Sobald das Wasser so hoch steigt, daß es die obere umgebogene Mündung des Rohrs erreicht, ist natürlich ein vollkommen luftdichter Verschluß vorhanden, steigt das Wasser im Schacht und über dem Gerüst so hoch, daß es höher steht, als die obere Biegung des Hebers, so fängt das Rohr an, als Heber zu wirken, und das Wasser, was sich über dem Verschluß ansammelt, läuft durch den Heber ab in den unteren Theil des Bergwerks, was so lange geschieht, als die über dem Verschluß befindliche Mündung des Hebers noch unter dem Wasserspiegel steht.

Alsdann hört zwar das fernere Abfließen sofort auf und es ist nunmehr eine Verbindung vorhanden zwischen der Luft im unteren Raum und der Luft im Schacht oberhalb des Verschlusses, allein diese Verbindung dauert nur einen Augenblick, das Wasser ersetzt sich immerfort, es fließt aus allen Spalten in den Schacht und sobald der Wasserstand nur um eine halbe Linie höher ist als die Mündung des heberförmigen Rohrs, so wird dadurch diese Mündung verschlossen. Das Rohr gießt zwar noch nicht wieder Wasser aus, dies geschieht erst, wenn der Wasserspiegel der angesammelten Masse höher steht als die Biegung des Hebers, aber von dem Augenblick, wo sich die obere Mündung des Hebers in Berührung mit dem Wasserspiegel befindet, hört schon der Zutritt der Luft auf.

In England wird in neuester Zeit häufig die Kohlensäure als Erstickungsmittel für das Feuer angewendet, in einem verschlossenen eisernen Gefäß bringt man Coaks oder gewöhnliche Steinkohle zum Brennen, es ist ein eiserner Ofen von ziemlich großen Verhältnissen, aus welchem ein möglichst weites eisernes Abzugsrohr abwärts in den Schacht geführt wird. Durch die Kohle wird der Sauerstoff der zutretenden Luft aufgenommen, in Kohlensäure verwandelt und mit dem Stickstoff der atmosphärischen Luft, welcher die Verbrennung eben so wenig unterhalten kann, als die Kohlensäure, in dem Schacht zu dem Sitz des Feuers geführt.

Da die entweichenden Gase sehr heiß sind, so werden sie natürlich nicht abwärts sinken wollen, sie müssen dahin getrieben werden. Solch'

ein Erstickungsofen hat keinen Zug, man muß also durch ein Gebläse ihm die Luft zu und durch eben dieses die tödtlichen Gase innerhalb der abwärts leitenden Röhre forttreiben.

Ist der Apparat umfangreich genug, so kann man allerdings in kurzer Zeit ziemlich bedeutende Mengen von Kohlensäure und Stickstoff entwickeln, immer wird aber die hohe Temperatur ein Hinderniß für die kräftige Wirksamkeit sein. In die Röhre kann man wohl die heiße Kohlensäure leiten, soweit diese Röhre reicht, aber in dem Augenblick, wo die Luft die Röhre verläßt, wird sie nicht weiter abwärts sinken, sondern sich trotz ihrer größeren Schwere in die kältere Luft erheben (eben weil sie durch die Wärme ausgedehnt, also leichter ist, als die umgebende Luft). Würde man bewerkstelligen können, daß die Kohlensäure, nachdem sie das Rohr verläßt, weiter fiele und sich auf das Feuer lagerte, so würde damit demselben sofort Einhalt gethan sein, dies ist aber leider nicht möglich, darum scheint es, daß die von den Engländern für so sehr praktisch erklärte Methode doch an einigem Mangel, an Ausführbarkeit leide, ja selbst, wenn eine so niedrige Temperatur hervorzubringen wäre, dürfte die Ausführung noch großen Schwierigkeiten unterliegen.

Steht ein Licht brennend innerhalb eines Bierglases und gießt man aus einem andern Bierglase Kohlensäure auf das Licht, so wird dieses sofort ausgelöscht. Das spricht für die Möglichkeit, aber im Bergwerk brennt kein Licht, brennt kein Feuer, welches zu dem Bergwerk in einem solchen Verhältniß stände, wie das Licht zu dem Bierglase, sondern es brennt darin ein Feuer, welches den ganzen leeren Raum einnimmt, also ein Feuer, welches das ganze Bierglas erfüllt, würde ein solches durch ein Bierglas voll Kohlensäure gelöscht werden sollen, so würde der Versuch mißglücken, die von dem Feuer aufsteigenden heißen Gase verhindern das Herabsinken der erstickenden Kohlensäure.

Das Bergwerk steht aber in einem viel ungünstigeren Verhältniß zu dem Experiment, als das Bierglas zu demselben steht, denn man kann nicht einmal so viel Gas entwickeln, als in das Bergwerk hinein ginge, es muß die Entwickelung in einem viel hundertmal kleineren Maßstabe geschehen und darum ist dieses ganze Experiment für das Laboratorium sehr interessant, aber für den praktischen Gebrauch nicht anwendbar.

Das letzte Mittel, einen Brand zu unterdrücken, ist das Ersäufen des Bergwerks. Liegen alle Theile des Bergwerks in einer Ebene, in gleicher Höhe, so ist dieses eine schwierige Aufgabe, liegt das brennende Feld am niedrigsten, so ist die Sache am leichtesten gemacht, so oder so muß jedoch zur Ersäufung geschritten werden, wenn andere Mittel erfolglos versucht n sind.

Das Einfachste ist immer, den Abzugsstollen, denjenigen, durch welchen die Wasser des Bergwerks abziehen, mittelst eines starken, jedem Drucke widerstehenden Dammes zu schließen, alsbald wird das in jedem Bergwerk von den Wänden herabsickernde Wasser sich stauen, wird immer höher steigen, wird den Brand erreichen und ihn mithin löschen.

In dem Falle, daß kein Abzugsstollen vorhanden ist, hat man natürlich andere Mittel angewendet, um die Wasser eines Bergwerks zu bewältigen, man hat eine Wasserkunst, ein Pumpvorrichtung, durch welche das Wasser ausgeschöpft wird, in diesem Falle hat man nichts weiter zu thun, als das Pumpwerk zum Stillstande zu bringen, es werden dann die nicht mehr geförderten Wasser in der Grube steigen und von Stunde zu Stunde werden sie sich höher ansammeln, bis das Bergwerk damit erfüllt und der Brand gelöscht ist.

Wenn die Ausdehnung des Bergwerks sehr groß ist, so greift man zu einem so gewaltigen und allgemein schädlichen Mittel nur sehr ungern. Der Brand hat gewöhnlich nur einen Theil des Bergwerks, ja wohl nur einen sehr kleinen Theil ergriffen, überall, wo es nicht brennt, kann man also arbeiten und um dieses zu können, hat man, wie bereits angeführt, dem Feuer Dämme entgegengesetzt und man hat sie so weit vorgeschoben als irgend thunlich, um den Raum des Feuers möglichst zu beschränken.

Das steigende Wasser kehrt sich an diese vernünftigen Anordnungen nicht, es steigt immer höher und höher, vertreibt die Arbeiter aus ihren Strecken und während das Feuer einen Theil des Baues unbenutzbar machte, macht das Wasser den ganzen Bau unzugänglich.

Damit dieses nun nicht geschehe, werden vor Einwirkung des Wassers die Dämme dergestalt verstärkt und verdichtet, daß die steigenden Gewässer sie nicht durchdringen und nicht bis zu den Arbeitern innerhalb der freien Strecke gelangen können.

Bei diesen Arbeiten entwickeln sich immer aus der Berührung der glühenden Kohle mit dem löschenden Wasser Dämpfe in ungeheurer Menge, welche höchst gefährlich werden können, indem sie durch ihre Anhäufungen Erschütterungen und Einstürze veranlassen können, deshalb muß überall Gelegenheit geboten werden, die Dämpfe zu entfernen.

Hat das Wasser die erforderliche Höhe erreicht, um den Brand zu ersticken, so läßt man es nicht weiter steigen, sondern bringt die Wasserkunst wieder in Bewegung oder öffnet den Stollen, so daß so viel abfließen kann, als zufließen würde, erhält jedoch den Stand nur auf derjenigen Höhe, welche erforderlich ist, um das Brandfeld zu überstauen, und erst, nachdem man sich überzeugt zu haben glaubt, daß eine hinlängliche Ab-

kühlung des in Brand gerathenen Kohlenfeldes stattgefunden, bewältigt man die Wasser ganz und gar. Nun aber muß man so sehr wie möglich mit der Fortschaffung des nassen Materials eilen, denn gerade diese Nässe befördert die Entzündung von neuem, indem sie Zersetzung hervorbringt, welche Temperaturerhöhungen zur Folge hat, wie denn auch sehr häufig die Selbstentzündungen nur daher rühren, daß Steinkohlen irgend wo naß oder feucht geworden sind.

Bei dem Ausgangsschacht oder Stollen eines Steinkohlenbergwerks häufen sich nach und nach ganze Berge von sogenanntem Klein an, die zermalmten, zerstoßenen, zerfahrenen Steinkohlen, welche allerdings in den Fabrikorten verkäuflich werden, jedoch in den Bergwerken keineswegs, weil sie daselbst einen viel zu geringen Werth haben, und weil sie auch nach den Städten geschafft nicht zu einem Preise verkauft werden können, welcher die Transportkosten deckte.

In England schafft man sich diese Kohlen dadurch vom Halse, daß man die Haufen anzündet, jedenfalls selbst wenn sie werthlos sind, ein ungeheurer Mißbrauch, denn die Luft wird auf viele Meilen in die Runde dergestalt verdorben, daß alle Vegetation unterdrückt, daß die Gegend in eine Wüste verwandelt wird, daher die Bergwerksbesitzer auch immer Entschädigungsklagen auszufechten haben, wiewohl derjenige, der am mehrsten darunter leidet, der arme Mann, dieselben freilich nicht anstellen kann, weil die engländische Rechtspflege so enorm theuer ist, daß das Gesetz für den Armen nur dann da ist, wenn es gilt, ihn zu bestrafen, nicht wenn sich's darum handelt, ihn in seinem Recht zu schützen.

Bei uns kann man das Steinkohlenklein auch nicht verwerthen ganz aus denselben Gründen, es sei denn, daß sich eine Fabrikstadt in ganz besonderer Nähe des Bergwerks befände und daß eine schiffbare Wasserstraße vorhanden sei, dennoch fällt Niemandem ein, die sogenannten Halden in Brand zu stecken, im Gegentheil sucht man die Selbstentzündung mit Sorgfalt zu verhüten, die Steinkohlenhaufen, welche so unter freiem Himmel der Benetzung ausgesetzt sind, entzünden sich besonders nach lange dauerndem Regen sehr leicht, es bedarf dazu gar nicht solcher Aufschüttungen von mehreren hundert Fuß Höhe, wie es die Halden gewöhnlich sind, sondern schon ein Hügel von 10 bis 12 Fuß, wie er auf jedem Abladeplatz einer Eisenbahn oder eines Kohlenhändlers sich findet, genügt, um die Selbstentzündung zu veranlassen.

Man hat ein vollkommen wirksames Mittel dagegen gefunden in der Lüftung dieser Haufen.

Man bildet von Klafter zu Klafter aus drei Brettern einen Kanal, welcher durch den ganzen aufzuschüttenden Haufen gehen soll. Einige

hölzerne Nägel genügen, um die Bretter in der erforderlichen Lage zu halten.

An mehreren Stellen dieser Kanäle läßt man die bedeckenden, die obersten Dielen nicht an einander stoßen, sondern man läßt Zwischenräume von derselben Größe, wie der Durchschnitt der Kanäle selbst ist. Auf diese Oeffnungen setzt man nun vier Bretter wieder zu einem Kanal verbunden so hoch auf, als man den Haufen zu machen beabsichtigt, dann werden die Kohlen auf die Kanäle und rund um die aufrecht stehenden Säulen geschüttet, es entsteht hierdurch ein vielfältiger Luftwechsel, welcher immerfort die Temperatur entführt, welche, durch kleine Zersetzungen hervorgebracht, nach und nach sich so weit steigern könnte, daß eine Selbstentzündung stattfände.

Bei den Bergwerken verfährt man wohl noch einfacher, man macht aus trockenem Gesträuch sehr dicke Faschinen, legt dieselben auf den Boden des Berges, auf welchen die Halde aufgeschüttet werden soll, legt diese Faschinen strangweise bergan, sowie sich nach und nach die Halde immer höher füllt. Hat die Kohlenschicht, welche auf der untersten Lage ruht, die Höhe von 6 Fuß erreicht, so legt man wieder Faschinen oben auf und giebt ihnen dieselbe Richtung, wie den unteren, die des Bergansteigens, man kann allenfalls zwei über einander liegende Stränge durch aufrecht stehende Faschinenbündel mit einander vereinigen.

Unter allen Umständen sind diese Holzbündel genügend, um den Luftwechsel herbeizuführen, welcher die Kohle abkühlen soll, vielleicht ist der Vorgang auch dieser, daß die Dämpfe und Gase, welche die Produkte der beginnenden Zersetzung sind, immerfort entweichen, sich also nicht anhäufen und keine Erwärmung durch Verdichtung hervorbringen können. Man hat vielleicht Recht, gerade dieses letztere anzunehmen, weil man bemerkt haben will, daß so aufgeschüttete Kohlen, welche lange gelegen haben, nicht mehr mit so lebhafter Flamme brennen, wie sie gethan hatten, als man sie frisch aus dem Bergwerk kommend verbrauchte, ihr Bitumen ist zum größten Theil entwichen und sie haben dadurch einen nicht geringen Theil ihres Werths verloren, aber ob jetzt auch weniger werth (was bei einem Bergwerk nun gar nicht in Betracht kommt, weil sie dort überhaupt nichts werth sind und man sich sehr freuen würde, wenn sich ein Unternehmer fände, der sie abholte, ohne etwas dafür zu verlangen) als sonst und ohne diesen Verlust bringt man die Lüftung doch immer an, um einem Unglück vorzubeugen.

In Städten, wo solche Anhäufungen von Kohlenklein nicht werthlos sind, wo aber die Gefahr, welche die Entzündung mit sich führt, um so drohender erscheint, darf man solche Vorsicht nie unterlassen. Bei großen

Stücken, bei denjenigen Kloben und Klumpen, in denen die Steinkohlen in der Regel verschickt werden, findet eine Selbstentzündung nicht statt, weil sie bei der Aufeinanderhäufung immer so viele Lücken zwischen sich lassen, als ausreichend sind zur Lüftung, zur Vertreibung der schädlichen Gase und zur Verhinderung der Erhitzung.

Alle die Gefahren, welche durch Entzündung des Materials im Berge selbst hervorgebracht werden können, sind nur bei den Steinkohlenbergwerken zu fürchten, dagegen sind Brände der Zimmerung von Stollen oder Schachten in Bergwerken anderer Art nicht gerade ganz selten, sie müssen jedoch immer der Unvorsichtigkeit zugeschrieben werden, nie entstehen sie von selbst. Wenn allerdings ein Bergmann Talglicht statt der Lampe brennt, wie der Verfasser dieses in steyermärkischen Bergwerken fast immer gesehen hat, wenn er ferner dieses Licht, sobald es in seinem dünnen Drahtleuchter nicht mehr genügenden Stand hat, an die Pfosten einer Zimmerung klebt und es dann brennen läßt, bis es von selbst ausgeht, so ist gar nicht zu verwundern, wenn einmal so eine Pfoste mit anbrennt und geschieht dieses während der Abwesenheit des nachlässigen Bergmannes, so ist nichts natürlicher, als ein so gefährliches Unglück, wie ein Stollen- oder Schachtbrand.

Die Förderung.

So nennt der Bergmann die Mittel, durch welche er das Erzeugniß seines Fleißes, die losgehauenen Erze, das Ganggestein, die Kohle aus der Grube schafft.

Innerhalb der Grube ist die Förderung zweierlei Art, sie zerfällt in die Streckenförderung und in die Schachtförderung, außerhalb des Bergwerks wird der Transport „die Tageförderung" genannt.

Dieser Zweig des Bergwerksbetriebes hat eine große Wichtigkeit und zwar beim Steinkohlenbau am allermehrsten, weil die Masse des Materials, welche gefördert werden soll, viel größer ist, als bei irgend einem anderen Bergwerk, aber auch da, wo man Erze zu fördern hat, sind die dieses zu bewerkstelligen, keineswegs gleichgültig, namentlich weil ist, daß die Masse des fortzuschaffenden Ganggesteins tende sei.

In früheren Zeiten hatte man keinen Begriff mit welcher man jetzt die Förderung betreibt. Urs

der Weg, auf welchem die Erze oder das taube Gestein aus dem Bergwerk fortgeschafft wurden und bis zu dem Schachte mußte eins wie das andere auf dem Rücken des Bergmanns getragen werden.

Dann wurde man doch so klug einzusehen, daß ein Karren mit einem Rade mehr fördere und man bediente sich nun dieses Transportmittels, bis man darauf kam, einen vierrädrigen Wagen anzuwenden, welcher die ganze ihm aufgebürdete Last trug, dem Menschen nichts davon überließ und von seiner Kraft lediglich so viel in Anspruch nahm, als erforderlich war, um die Reibung der Räder an den Axen und der Radkränze an der Bahn zu überwinden.

Solcher Wagen wird noch jetzt der Hund geheißen und das unglückliche Kind, welches diesen Wagen schieben muß, heißt der Hundejunge.

Mit der Vervollkommnung der Wege zu Chausseen und Eisenbahnen ging die Vervollkommnung der Förderungsmittel in den Bergwerken Hand in Hand. Man begann damit, die Sohle des Stollens möglichst zu ebnen, damit dem Transport kein so großes Hinderniß, wie ein holpriger Weg, gegenüberstehe.

Da dieser innerhalb eines Bergwerks nicht ganz ohne Schwierigkeit herzurichten ist, da es sich darum handelt, den Boden langer Strecken mit dem Breitmeißel so zu bearbeiten, daß derselbe von einem Ende bis zum anderen, wie eine Fliese, wie die Tafel eines Trottoirs geebnet erscheint, so legte man lieber auf den ungeebneten Boden Bretter und ließ die Wagen auf diesen rollen.

Eine solche Behandlungsweise des Weges kann man auf allen Holzplätzen, auf allen Ziegeleien, Kalkbrennereien, kurz überall sehen, wo mittelst Karren viel Material bewegt werden muß, aber man kann auch eben dort sehen, wie wenig praktisch dieses Verfahren ist, denn sehr bald sind die Bretter zerfahren, gespalten oder so abgenutzt, daß sie der Bewegung viel eher Hinderniß in den Weg setzen, als sie erleichtern, dann muß man natürlich neue Bohlen legen, aber was auf der Strecke vom Fluß über den Straßendamm durch den Stapelplatz durch zwei Planken gemacht werden kann, das fordert in einem Bergwerk deren hunderte und darum ist dieser Weg nicht der beste, wiewohl er Jahrhunderte lang der einzige war.

Nur um ein Geringes besser ist die Legung von Balken anstatt der Bohlen. Die Balken nutzen sich nicht so schnell ab und ihre Oberfläche kann, sobald sie nicht mehr hart und widerstandsfähig ist, ziemlich leicht wieder geebnet werden und dieses kann man 10 bis 12 Mal wiederholen, ehe es nöthig wird, eine neue Balkenlage anzubringen, die Methode ist schon viel sparsamer als die andere, obwohl sie bei der Anlage beträchtlich mehr kostet, so sind die Kosten doch bei weitem nicht so groß als ein so

oftmaliges Neulegen von Bohlen, als in der Zeit erfordert wird, welche eine Balkenlage aushält, überdies werden fünf Sechstel des Arbeitslohnes beim Legen gespart und es erleidet der Betrieb wenig oder gar keine Unterbrechung.

Im gewöhnlichen Leben hält man die Engländer für die Erfinder der Eisenbahnen und schreibt dieselben diesem Jahrhundert in Rechnung, dies ist aber einer der vielen Irrthümer, welche daraus entstehen, daß man schon von Alters her dem Reichen gerne giebt. Weil die Engländer sehr vieles erfunden haben, so denkt der bescheidene Deutsche, sie müßten nun auch alles Andere erfunden haben, ein Irrthum, der von seiner übertriebenen Bescheidenheit unterstützt wird. Was kann aus Galiläa Gutes kommen, denkt ein Jeder und er vergißt, daß gerade das Selbstgefühl, welches in den Engländern liegt, sie zur großen Nation gemacht hat. Sie denken nicht wie wir Thoren „was können wir Großes leisten!“ sondern sie denken: „da es von uns ausgeht, ist es etwas Großes.“

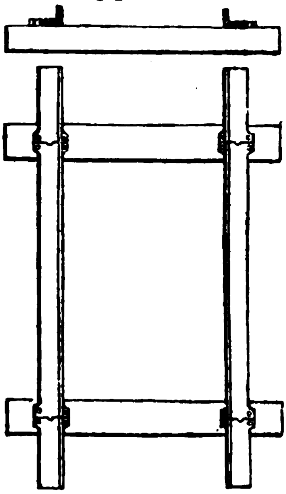
Die Eisenbahnen sind keine engländische Erfindung, sondern eine deutsche, sie sind nicht in diesem Jahrhundert erfunden worden, sondern schon zwei Jahrhunderte vor Anfang desselben. Im Harz, in Thüringen, in Westphalen betrieb man seit 1630 den Bergbau durch Eisenbahnen innerhalb der Stollen, dieselben waren ganz so gebaut, wie unsere jetzigen: hochkantig gestellte eiserne Schienen auf querliegenden hölzernen Sohlen durch Keile befestigt und durchweg parallel erhalten. Schon vor 1590 oder einige Jahre später hatte man aber für das Bergwerk Malapane eine Eisenbahn zwei Meilen lang über der Erde von dem Bergwerk bis zur Oder geführt. Da die Engländer für ihre Bahnen nun nicht ein ähnliches Alter anführen können, so unterliegt es gar keinem Zweifel, daß diese Förderungsweise, daß die Erfindung der Eisenbahnen eine deutsche sei.

Allerdings sind die Schienenwege in Bergwerken und für Bergwerke von einer minder starken Bauart, als diejenigen für Lokomotiven und für Wagenzüge von 60 bis 80 Axen, von denen jede Axe 150 Centner trägt und die Lokomotive 400 Centner wiegt, auch wohl noch darüber, namentlich wo es Steigungen zu überwinden giebt. In keinem Bergwerk wird ein Wagen mit Kohlen befördert, dessen Inhalt mehr als 1 Ton wöge, es verbietet sich dieses schon durch die Räume, in denen gefördert wird, [illegible] man mehr als 2000 Pfund (1 Ton) auf einmal fördern, so müßten [illegible] Stollen beträchtlich größer gemacht werden, als sie gewöhnlich [illegible] sind, was einen beträchtlichen Mehraufwand erfordern würde [illegible] sollen die Wagen nicht durch Dampfmaschinen gezogen [illegible] Menschen geschoben werden, und was die Hauptsache [illegible]

sollen Kinder sein, denen man nicht so viel Tagelohn zu geben braucht, als Erwachsenen.

Auf diese geringere Last ist die Tragefähigkeit der Eisenbahnen innerhalb der Bergwerke immer eingerichtet und demnach die ganze Einrichtung, wovon wir in dem Nachfolgenden ein flüchtiges Bild zu geben suchen wollen.

Fig. 1226.



Die ältesten deutschen Eisenbahnen sind die mit sogenannten Kranzplatten oder Kantenschienen, auch Winkelschienen, sie bestehen aus schmalen gußeisernen Platten von etwa 2 Zoll Breite mit einem aufgerichteten Rande von der Hälfte der Höhe, wie die obere Fläche der Schienen breit ist, die Figur 1226 zeigt in ihrer oberen Abtheilung den Querdurchschnitt zweier solcher auf einer Schwelle befestigten Schienen, der untere Theil der Figur 1226 zeigt zwei Schwellen, auf denen zwei Schienen ruhen, und zeigt auch eine Stelle, wo verschiedene solcher Schienen an einander stoßen, sie sind mit vertieften Holzschrauben auf den Schwellen befestigt, die Räder des Hundes laufen auf den äußeren Seiten dieser Schienen und der aufrecht stehende Rand verhindert das Ablaufen derselben. Man kann sich von solch' einer Schiene am leichtesten ein Bild machen, wenn man einen Fidibus seiner ganzen Länge nach einmal zusammenlegt, den Bruch feststreicht und die gebogene Seite nunmehr aufrichtet, man sieht sehr leicht, daß wenn auf jeder Seite eines Wagens eine solche Schiene liegt, derselbe nicht wohl davon heruntergleiten kann.

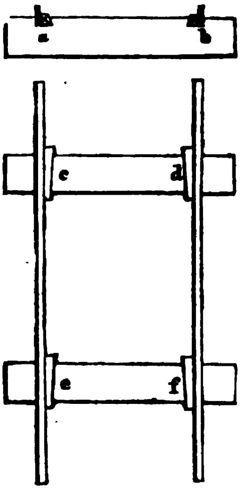
Bei Eisenbahnen, wie wir sie auf unseren großen Straßen kennen, ist natürlich Gußeisen nicht anwendbar, weil es bei weitem nicht die nöthige Tragkraft hat. Bei den Bahnen innerhalb der Bergwerke ist jedoch Gußeisen vollkommen ausreichend.

Die zweite Art von Schienen wird Kantenschienen genannt, man bezeichnet sie auch wohl als englische Schienen. Dieselben sind viel einfacher als die Winkelschienen, sie bestehen aus langen eisernen Linealen, welche auf der hohen Kante stehen und in die Schwelle eingelassen sind, wie ab der umstehenden Figur 1227 zeigt.

Diese Einlassung ist keine Befestigung, so behandelt würde die Schiene wackeln und nicht den erforderlichen Widerstand leisten, sie muß daher befestigt werden und dieses geschieht durch die Keile cdef.

Der äußere Einschnitt auf der Schwelle ist gerade und durchweg bei allen Schwellen gleich weit von einander entfernt, der innere Zwischenraum auf der Schwelle ist schräg, damit die Keile cf durch einige Hammerschläge angetrieben, die Schienen gegen die äußere Kante des Einschnitts drücken und solchergestalt festhalten können.

Fig. 1227.



Die Form der Schienen ist sehr verschieden, sie sind entweder einfach gestaltet wie Lineale oder sie haben auf beiden Kanten einen Wulst oder sie sind wie ein Z gestaltet mit einem geraden Stab in der Mitte und oben und unten mit einer Fläche, welche sich einerseits nach außen, andererseits nach innen biegt.

Diese Anordnungen haben zum Zweck, daß erstens auf der etwas breiteren Fläche sich die Kränze der Räder nicht so leicht abnutzen, als auf schmalen und scharfen Kanten, und ferner, daß, wenn die eine Seite der Schienen abgenutzt ist, man die andere Seite derselben, die untere nach oben bringen und gewissermaßen neue Schienen legen kann, indem man doch nichts weiter thut, als die alten fortbenutzen.

Die Art der Befestigung der sogenannten Winkelschienen ist bereits angegeben worden, die Kantenschienen aber können auf zweierlei Weise befestigt werden, entweder man bringt sie auf die vorhin beschriebene Weise unmittelbar in die Schwelle und schlägt sie mittelst eines Keiles fest, was die bei uns übliche und höchst zweckmäßige Art der Befestigung ist, zweckmäßig durch ihre Sicherheit, ihren geringen Preis und ihre leichte Wiederherstellung, wenn irgend etwas schadhaft geworden ist, die andere ist die engländische, auf unseren Eisenbahnen eingeführt, es ist die der sogenannten Stühlchen. Auf jeder Schwelle liegen zwei solcher eiserner Erhöhungen mit Einschnitt, wie wir dieselben auf unseren großen Eisenbahnen allgemein kennen. Diese Stühlchen werden mit starken Nägeln an den Schwellen befestigt und man hat darauf zu sehen, daß die Entfernung der Einschnitte, in welche die Schienen kommen sollen, auf das Allergenaueste gleichmäßig sei.

Oben auf den Stühlchen befindet sich ein tiefer Einschnitt, in welchen die Schiene gelegt werden soll. Dieser Einschnitt muß jedoch doppelt so breit sein als die Schiene, denn man will in den Zwischenraum noch einen Keil von Eichenholz treiben, um die Schiene in aufrechter Stellung festzuhalten.

Man sieht wohl ein, daß diese Aufstellung ihre Vortheile hat, man sieht auch ein, daß sie für unsere dem Personen- und Güterverkehr übergebenen Eisenbahnen nothwendig sei, würden die Schienen auf dem Holze unmittelbar aufliegen und würden sie darauf mit ihrer hohen Kante drücken, so würde das Holz der Schwelle bald tiefere Einschnitte bekommen, als erforderlich, denn die gewaltige Reibung, welche die Räder der Lokomotive gegen die Schienen ausüben, setzen diese in eine kurze zuckende Bewegung, welche zwar mit dem Zollstock nicht gemessen werden kann, welche jedoch, da sie unaufhörlich wiederkehrt, nach und nach dazu führen würde, wie eine Säge auf das Holz zu wirken. Daß dieses eine Thatsache sei, bemerkt man daran, daß selbst die 8 Zoll langen gewaltigen Nägel, mittelst deren die Stühlchen an den Schwellen befestigt sind, losgerüttelt werden, mit der Zeit ihre Dienste versagen, so daß man entweder stärkere Nägel oder Schrauben anwenden muß, um sie in ihrer Lage festzuhalten, oder daß man wohl gar genöthigt ist, die Schwellen zu wechseln.

Da alle diese Bedingungen nicht eintreten können auf einem Bahnstrang, wie er für Bergwerke gebraucht wird, weil ein solcher nicht durch eine Lokomotive befahren wird, die Räder der Wagen also nicht scheuernd und rüttelnd auf die Schienen wirken, sondern nur unter einem mäßigen Druck darüber hinweg rollen, so wendet man diese Befestigungsart bei uns in der Regel nicht an.

Als Schwelle läßt sich jedes gesunde Holz benutzen, es ist nicht etwa Föhrenholz besser als Buchen oder Eichen, ebensowenig umgekehrt, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil in dem Bergwerk der Witterungswechsel gänzlich ausgeschlossen ist, Wind und Wetter aber diejenigen Thätigkeiten sind, welche am Unwiderstehlichsten auf das Holz wirken und dasselbe nach und nach zerstören. Dennoch hat man sich die undankbare Mühe gegeben, statt der Schwellen eiserne oder steinerne Querlager anzuwenden und in Belgien, wo ein sehr reger Betrieb der Eisenbergwerke das Eisen wohlfeil macht, hat man Bahnen ganz aus Eisen gebaut.

Alle Eisenbahnen, wie sie auch gebaut sein mögen, sind immer den hölzernen Bahnen bei weitem vorzuziehen. Die Schrauben, die eisernen Nägel, die Verbindungsklammern nutzen sich ab oder wiegen sich los, rosten oder werden auf irgend eine andere Weise zerstört, was alles nicht statt hat bei der einfachen Befestigung der Schienen durch Keile. Die hölzernen Bahnen sind aber überdies auch weniger practisch, weil sie größere Anstrengung erfordern, indem die Kränze der beladenen Räder darauf

welcher überwunden werden muß, was eine

keiten der leitenden Knaben nöthig macht

fordert, was auch von nachtheiliger

Wirkung ist, indem sehr häufig eine Senkung von der Größe wie sie für hölzerne Bahnen erforderlich ist, nicht beschafft werden kann.

Dieser Fall umschließt eine wesentliche Frage bei dem Bergwerke. Eine größere Neigung bis zu einer gewissen Grenze würde unter allen Umständen für besser gehalten werden müssen, als eine geringere, weil bei stärkerer Neigung die beladenen Wagen viel leichter zu bewegen sind, ja zuletzt gar keine Kraft fordern, wenn der Fall auf der geneigten Ebene mit der Reibung der Räder sich gerade ausgleicht. Dieses zu erreichen, ist allerdings eine äußerst schwierige Aufgabe. Darin geht man auch niemals so weit, von weiter gehen darf begreiflich gar keine Rede sein, denn wäre die Neigung der Bahn noch größer, so würde der Wagen einmal in Lauf gesetzt, unaufhaltsam davon rollen und zwar den Gesetzen des Falles gemäß mit einer ununterbrochen beschleunigten Bewegung, die natürliche Folge wäre also, daß die Wagen im Fluge dorthin sausten und sich zuletzt aufrieben, zertrümmerten.

Die Neigung muß so eingerichtet sein, daß sie demjenigen, welcher den Hund schiebt, wesentlich zu Hülfe kommt, daß sie ihm den größten Theil der Arbeit abnimmt und ihn dadurch in Stand setzt, dieselbe um so länger fortzusetzen, sie darf daher nicht zu groß sein, damit der Wagen ihm nicht enteile, und er nicht gezwungen werde, seine Kraft zum Zurückhalten desselben anzuwenden. Sie muß aber auch ferner mit Rücksicht darauf gegeben sein, daß derselbe Knabe, welcher den vollen Hund abwärts schiebt, den leeren Hund wieder bergauf schieben muß. Ist nun für den ersten Fall die Neigung sehr bequem, so wird dagegen für den letzteren eben diese schon störend werden. Kann man aber alles so einrichten, daß der Wagen gerade die Neigung erhält, um von selbst an Ort und Stelle zu gelangen, was also seinen Führer gestattet, ganz ohne Anstrengung lediglich hinterher zu gehen, so wird er bei vollkommen geschonten Kräften sehr leicht im Stande sein, den leeren Wagen aufwärts zu schleppen.

Dieses setzt jedoch voraus, daß die Förderstrecke nur eine kurze sei. Der Wechsel zwischen Ruhe und Anstrengung ist für die Entwickelung der thierischen Kräfte äußerst günstig, der Förderer wird unter solchen Umständen mehr leisten können, als unter gewöhnlichen, ist die Förderstrecke aber sehr lang, so wird schon das bloße Laufen zur Anstrengung, kommt nun dazu noch die durch die Steigung vermehrte rückwirkende Kraft des Wagens, so wird auf eine starke Anstrengung eine noch stärkere folgen und das ist gewiß nicht geeignet, die Kräfte der Menschen zu erhalten.

Darum müssen alle diese Punkte sehr wohl erwogen werden. Sind die Strecken sehr lang, so darf man auf 1000 Fuß nicht mehr als 2—3 Fuß Fall geben, sind die Strecken kurz, so kann man auf 1000 Fuß

10—15 Fuß Fall geben. In diesen Grenzen also das vortheilhafteste Mittel zu suchen, ist die Aufgabe des Ingenieurs.

Es wird kein Bergwerk geben, in welchem man alle Förderung von einem Punkte aus zu machen hat, immer wird die Hauptstelle, durch welche die Erze oder die Kohle zur Verladung gebracht werden, rechts und links mit Strecken in Verbindung stehen, aus denen man zu dem Ausgang des Bergwerkes zu gelangen suchen muß.

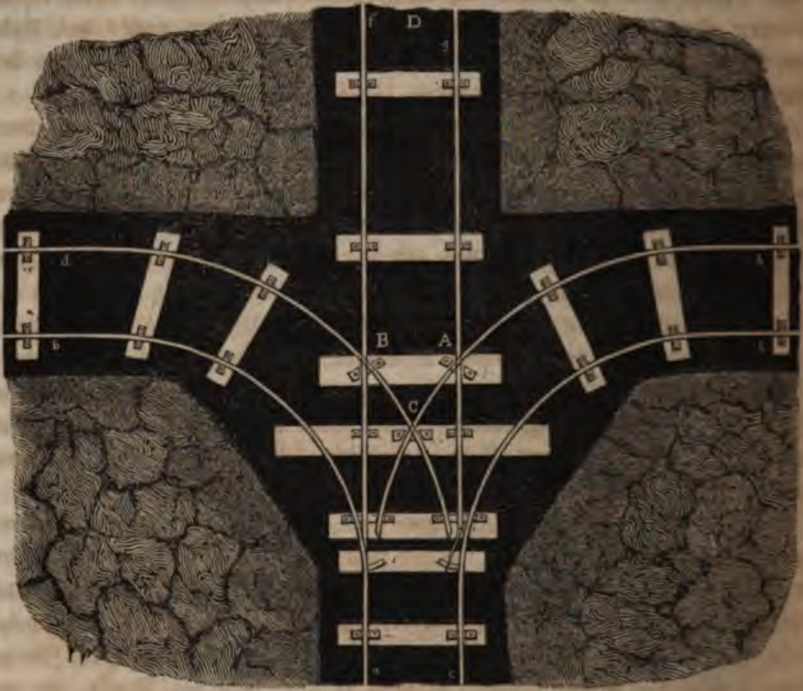
Auch hier pflegt man Schienen zu haben. Diese Schienen aber werden nun sich kreuzen oder werden seitlich in einander gehen; über Eck kann man aber nicht auf Eisenbahnen fahren. Sowie unsere Droschken vom Punkte des Stillhaltens sich umkehren und genau nach der entgegengesetzten Richtung ihrer Aufstellung fahren können (die Oesterreicher nennen solche Einrichtung des Wagens „ein durchgehendes Gefährtle"), so kann man auf keiner Eisenbahn fahren. Schon eine rechtwinklige Umlenkung ja überhaupt jede Abweichung in irgend einen beliebigen, wenn auch noch so stumpfen Winkel ist unmöglich, immer muß man runde Linien, Schweifungen zu Hülfe nehmen. Die Einrichtung, welche dazu führt, nennt man Weichen und die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1228 zeigt uns, auf welche Weise diese eingerichtet werden.

Stellen wir uns unter AB und CD 2 Stollen vor, welche sich kreuzen. CD ist der Hauptstollen, welcher zum Ausgange des Bergwerkes führt, in ihn müssen alle Bahnen münden, wir sehen in der Figur wie einfach dieses bewerkstelligt wird, afcg ist die Hauptbahn, abcd ist eine Zweigbahn, welche rechts aus dem Bergwerk kommt, ahcl ist die zweite Zweigbahn, welche aus einem anderen Stollen kommt. An der Stelle, wo die Biegungen angebracht sind, müssen die Stollenöffnungen so weit abgesprengt werden, daß sie der Bahn kein weiteres Hinderniß in den Weg legen. Ist dieses aber geschehen, so ist das Uebrige der Anlage ganz leicht und durch unsere Zeichnung vollkommen übersichtlich.

Wir sehen hier, wie von 8 verschiedenen Punkten die Massen aus dem Bergwerk gefördert werden können, wir vermögen uns sehr wohl vorzustellen, daß auf dem Hauptstollen CD noch mehrere dergleichen Verzweigungen angebracht sind und wir können endlich uns auch vorstellen, daß ähnliche Biegungen weniger als eine rechtwinklige Richtung erzielend angelegt werden, so daß innerhalb eines Bergwerkes sich so mannichfaltige Verzweigungen bilden, wie man dieselben auf einem großen Bahnhofe sieht, besonders wenn derselbe nicht im Raum beschränkt ist, sondern hinlängliche Breite hat. Da gehen die Bahnen nach allen Richtungen und sie sämmtlich, von den entferntesten angefangen, münden doch schließlich alle in denjenigen Schienenstrang, der von dem Bahnhofe aus nach dem Orte der

Bestimmung führt, aber das, was auf dem Bahnhofe unvermeidlich ist, die beweglichen Weichen, kann man im Bergwerke unbesorgt weglassen,

Fig. 1228.



dort kommt eine gewaltig brausende Dampfmaschine mit 40 Wagen im Gefolge in unaufhaltsamer Kraft angebraust, da dürfen die Schienenstränge sich weder rechtwinklig abzweigen, noch dürfen die Zweige von der Hauptbahn abgehen, offen bleiben, die Biegungen, die Abweichungen dürfen was die Winkel betrifft, kaum merkbar, sie müssen äußerst spitz sein und die Schienen selbst beweglich, müssen so gestellt werden können daß ein Schienenstrang geschlossen in einen anderen übergeht und daß derjenige, von welchem abgewichen werden soll, nicht befahren werden **kann**. Im Bergwerk sind die Lasten nicht so groß, die bewegenden Kräfte nicht so unwiederstehlich und der Führer hat es in seiner Gewalt, den Wagen die erforderliche Richtung zu geben, um ihn von der geraden Bahn auf die Seitenbahn zu bringen. Das letztere findet überhaupt nur statt beim Rücktransport des unbeladenen Wagens. Der beladene fährt umgekehrt vom Seitenweg auf den Hauptweg und hier braucht er nicht gelenkt zu werden, die Schienen [lenken] ihn selbst ohne Hülfe des Knaben.

Die Wagen, welche auf den Bahnen laufen, haben alle 4 Räder. In
lteren Zeiten, wo man hölzernes Gestänge hatte, wo man nicht eiserne
chienen, sondern Bohlen oder Balken legte, waren die Räder von Holz
ne Beschlag ziemlich breit gemacht, die Wagen gleichfalls von Holz
hmen nur eine mäßige Last auf. Jetzt wo die Schienenwege sich immer-
hr Eingang verschaffen, macht man natürlich die Räder ganz von Eisen
d giebt ihnen an dem Kranze eine solche Gestalt, daß sie entweder beide
ie Räder einer Axe) nach innen oder beide nach außen in die Schienen
eifen, wodurch das Ablenken von den Schienen verhindert wird, gerade
e die Räder der großen Waggons auf den Eisenbahnen gestaltet sind.
atürlich so viel schwächer, als die Last und die Geschwindigkeit, welche
zu überwinden haben, geringer ist.

Fig 1229.



Unter den Förderungsgefäßen nimmt der sogenannte Hund den ersten
latz ein. Es ist wie unsere Figur zeigt ein Wagen mit 4 Rädern, die
tellung derselben richtet sich genau nach der Art der Bahn. Ist diese
n Eisen, so werden sie ziemlich weit auseinander stehen dürfen, ist sie
n Holz, und wohl gar nur einfach, so stehen die Räder unter dem Wa-
n nicht auf beiden Seiten desselben und so sind sie von einander kaum
e Viertelelle entfernt. Diese letztere Stellung hat den großen Vor-
eil, daß ein geschickter Hundestößer seinen mit 500 Pfund beladenen
und auf einer Bahn fördern kann, welche nicht mehr als die gewöhnliche
rettbreite hat. Die hinteren Räder sind die größeren, der Hund muß so
laden werden, daß sein Gewicht fast ganz gleich vertheilt ist, daß die
entliche Last auf diesen größeren Rädern ruht und daß es nur eines
ringen Drucks der Hand bedarf, um den Wagen so in die Schwebe zu

bringen, daß die vorderen Räder, die kleinern die Bahn nicht mehr berühren. In dieser Stellung wird es dem schiebenden Knaben ganz leicht, den Wagen zu lenken und er kann die Biegung der Bahn ohne Schwierigkeit verfolgen.

Diesen Vortheil gegenüber steht der große Nachtheil, daß der Lenker des Wagens eine ungewöhnliche Geschicklichkeit haben muß, um denselben stets so zu lenken, wie es erforderlich, was um so viel schwerer wird, als er nicht vor, sondern hinter dem Wagen geht und als er sich in der Regel ganz im Dunkeln befindet und selbst wenn er am Vordertheil des Wagens eine Laterne hat, beleuchtet sie äußerst schwach die Seitenwände, aber gar nicht den Boden. Es muß ferner die Ladung so gleichmäßig vertheilt werden, daß nirgends, am allerwenigsten seitlich ein Uebergewicht das Umfallen des Wagens veranlassen kann, welches aus doppelten Gründen sowohl störend, als für den Hundestößer gefährlich ist. Störend, weil er allein den Wagen nicht aufrichten kann und weil die verschütteten Kohlen oder Gesteine, Erze ꝛc. den Weg versperren, die Fahrt so lange hemmen, bis alles beseitigt ist. Gefährlich, weil die Stollen gewöhnlich so schmal sind, daß sie nicht gestatten, an den Wagen vorbeizugehen, der nachfolgende Hund also den Stößer des ersten erreicht und zermalmt, da der Unglückliche sich zwischen dem bewegten ankomnenden und seinem eigenen ruhenden befindet.

Für die mit Eisenschienen versehenen Bahnen setzt man die Räder weiter aus einander, dann hat es mit dem Umfallen keine Gefahr.

Die Wagen sind so eingerichtet, daß wenn sie an Ort und Stelle anlangen, ein mäßiger Druck auf den Handgriff am Ende des Wagens genügt, denselben soweit niederzubeugen, daß die kleinen Räder ganz in der Luft schweben und der Schooß des Wagens sich auf die Bahn niederläßt. Gewöhnlich ist dieselbe an dieser Stelle durchbrochen, offen, so daß der niedergebeugte Wagen sich zwischen den Schienen befindet, dadurch wird die Rückseite, die eine Klappthür ist, von der Last des eingeladenen Materials aufgedrückt und der Hund entladet sich ganz von selbst in das unter den Schienen stehende Schiff oder den dort aufgestellten Wagen oder wenn es taubes Gestein ist, welches man fördert, so befindet sich das Ende des Schienenstranges über den Abhang des Berges und der Schutt bildet die sogenannten Halden.

Der Führer des Wagens läuft nunmehr auf den Schienen selbst, da zwischen ihnen kein Boden ist, einige Schritt weit fort, bis er wieder auf dem Gerüste festen Fuß faßt, was dazu dient, um den Hund umzukehren und ihn auf einem andern Wege (damit er den übrigen herabkommenden Wagen nicht in den Weg komme) in das Bergwerk zurückzuführen.

Diese sogenannten Hunde werden in neuer Zeit fast durchweg von

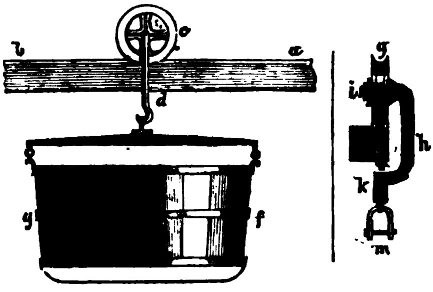
Eisen gemacht, die Formen sind allerdings verschieden, sowie es die Größen sind und wie es erforderlich ist, weil man bald leichte Massen, die viel Raum einnehmen, bald schwere Massen, die nur einen geringen Raum fordern, zu bewegen hat.

Noch eine andere Art der Förderung findet man auf den englischen Bergwerken in Anwendung, statt eines Wagens nämlich hat man nur das untere Wagengestelle mit 4 Rädern. Auf dieses flache Gestell werden Gefäße mit dem Erz gestellt. Diese Gefäße sind selbst wieder Wagen, welche auf kleinen erhöheten Zweigbahnen herbeigeschafft und von diesen auf die größeren Gestelle gerollt werden. Diese Art der Förderung wird besonders bei Steinkohlen angewendet und ist dafür auch in Schlesien seit Jahrhunderten üblich. Hat man Pferde zur Förderung, so kann man 10,000 Pfd. Gewicht auf solche Gestelle laden.

Noch eine Art von Eisenbahnen findet man in mehreren französischen Bergwerken, namentlich wo es an einer guten festen Sohle zur Legung der Schienen fehlt, es sind die von Palmer erfundenen hängenden Eisenbahnen. Innerhalb des Stollens laufen entweder von den Wänden desselben aus hölzerne Träger oder es stehen längs der einen Wand solche Gestelle, die man Schnellgalgen nennt. Ein aufrecht stehender Balken mit einem wagerecht ausgestreckten Arm.

Dieser Gestelle werden in dem Stollen eine große Menge in solchen Entfernungen von einander angebracht, damit die auf ihnen zu liegen kommenden Schienen sich nicht unter ihrer eigenen Last biegen. Es ist nur eine Schiene vorhanden, welche durch die ganze Länge des Stollens geht, auf dieser Schiene läuft eine Rolle, an welcher die Last, die zu bewegen ist, hängt. Da aber die Bewegung bei dem ersten Träger schon ein Ende haben würde, wenn die Last auf beiden Seiten der Rolle hinge, so hat man die Einrichtung getroffen, welche Figur 1230 zeigt. h ist ein 3 Mal rechtwinklig gebogener Zapfen, dessen oberster Theil i die Axe der Rolle g bildet. An dem untersten Theil dieses gekrümmten Eisens k hängt eine Klammer, welche mit dem Gefäße, das befördert werden soll, in Verbindung steht. Der Theil k ist ein Haken, in welchen die Klammer m gehängt oder ausgehängt werden kann. — Die Art der Bewegung auf dieser Bahn ist folgende: ab ist die Bahn, welche hoch oben auf den Armen der Träger ruht, c ist

Fig. 1231. Fig. 1230.



die vorhin bezeichnete Rolle, welche auf dieser Bahn läuft, d ist
krümmte Haken und e f das Gefäß, welches daran hängt.

Obwohl es scheint, daß diese Förderungsmethode nicht unvor
sei, so ist doch das Schwanken des Gefäßes ein großer Uebelstand
Methode hat, außer in den französischen Minen des Rive de Gi
Anwendung gefunden.

Alle diese Förderungsmittel fordern irgend eine Triebkraft, in
Zeiten kannte man keine andere als die von Menschen hergenomm
Frauen und die Kinder der Bergleute wurden auf irgend eine
Anspruch genommen, man lud ihnen in Körben oder sonst auf
die Erze, die Kohle auf die Schulter, auf den Kopf und sie w
zum Bergwerk hinausgetragen.

Daß dieses die allerschlimmste Art der Bearbeitung war, ver
wohl von selbst und sobald sich nur einigermaßen das Vernünftige
Nützlichen zu vereinen begann, ging man von dem Unsinn diese
beitungsart ab und man begann auf Wagen zu fördern, aber nach
Martern kam der Geiz des Bergwerkbesitzers für die Unglückliche
das Loos bestimmt ward, Steinkohlen aus englischen Bergwerken

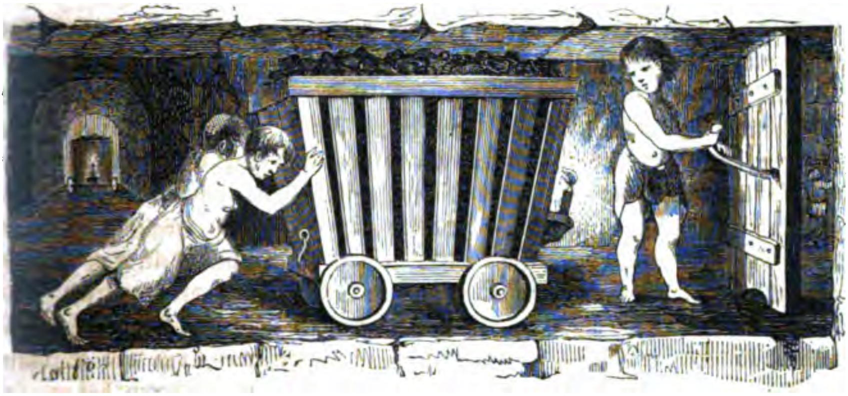
Fig. 1232.



schaffen. Wir sehen hier einen Kohlenwagen gezogen von einer ba
Frau, welche auf alle vieren zu gehen gezwungen ist, da der Stol
die Höhe hat, um aufrechtes Gehen zu gestatten. Um ihr diesen
ben, würde man nicht nur die 3 Fuß hohe Kohlenschicht, sondern a
3 Fuß taubes Gestein wegschlagen müssen, dadurch würde die K
theuer werden und darum martert man lieber ein armes Weib
mehr Tausende von Weibern und Kindern zu Tode. Auf diese
ist noch keine Eisenbahn, der Stollen ist so weit als ohne große S
keit thunlich geebnet und auf dem elenden [illegible] den Armen, M

praktischen Rädern muß das Weib die Kohle fortschaffen. Es wird ihr nicht befohlen so und so viel zu laden, dies hat sie ganz in ihrem Gefallen, aber je mehr sie ladet, desto mehr verdient sie und darum überarbeitet sie sich, spannt sie ihre Kräfte auf das Aeußerste an.

Fig. 1233.



In gleicher Weise sehen wir 2 Kinder einen Wagen vor sich her schieben, für die Unglücklichen immer schwer genug, doch minder beschwerlich als für die Frau, welche im eigentlichsten Sinne des Wortes kriechen muß. Was wir hier zeigen wollen ist nicht allein die Bewegung des Wagens durch Kinder, sondern auch die Lage des Thüröffners. Wir haben in Deutschland kein Wort für diese Beschäftigung, weil sie selbst in unseren Bergwerken nicht vorkommt. Die Engländer nennen jenes elende nackende Geschöpf, welches die Thür öffnet „Trapper", Fallensteller gewissermaßen. Die Thür ist nöthig, um den Luftzug auf bestimmte Weise zu regeln. Zu diesem Behufe muß sie geschlossen sein, aber der Weg führt ja da hindurch und deshalb muß Jemand vorhanden sein, welcher sie rechtzeitig öffnet und schließt. Der arme Knabe, welcher sie bewegt, steht in einer Nische, in welcher die geöffnete Thür ihn gerade bedeckt. So wie er den Wagen mit dem Lichte vorn auf sich zukommen sieht, muß er aufpassen, damit das Oeffnen der Thür genau in dem Moment geschieht, wo der Wagen dicht bei ihm ist und daß sie geschlossen werde in dem Moment, wo der Wagen durchpassirt ist. Ohne diese Genauigkeit in der Bewegung wird der Luftzug zu lange unterbrochen und ihn sorgfältig zu erhalten, ist von größter Wichtigkeit.

Nun muß man sich denken, daß ein solches armes Kind 14 Stunden lang in der tödtlich langweiligen Dunkelheit stehen muß, ohne daß Schlummer seinen Augenlidern nahen darf, wie gern das arme Kind auch schlafen

möchte, wehe ihm, wenn es geschieht, es wird auf die grausamste W gezüchtigt und wenn es nicht geschah, so hat es nur seine Schuldigkeit than und einen Lohn für die ganze Woche erhalten, welcher noch nicht Tagelohn eines Landmannes in der schlechtesten Zeit gleichkommt.

Jetzt, wenigstens in Deutschland, wird die Streckenförderung nie au als auf künstlichen Bahnen bewerkstelligt und man nimmt in Deutsch niemals Frauen und Mädchen, sondern nur junge Leute und ihnen Alter nahe stehende Knaben.

Die Förderleute werden, wenn sie ziehen, Schlepper genannt, w sie schieben, heißen sie Stößer. Im ersten Falle haben sie einen br Riemen oder Gurt, der über die Brust und eine Schulter geht, an Verbindungsstelle ein Seil mit einem Haken hat, mittelst dessen Fördergefäß, der Wagen gehängt wird, so daß derselbe in möglichst gle Höhe mit dem Ziehenden gefaßt wird. Es ist von Wichtigkeit, daß di befolgt werde, da der Nutzeffekt von der Senkrechtheit der Zugkraft hängt, liegt die Siehle schräg von dem Ziehenden nach dem Wagen zu wärts, so wird ein Theil seiner Kraft dazu angewendet, um den W zu heben, was ganz überflüssig ist; befindet sich aber der Haken höher die Schulter des Ziehenden, so wird ein Theil seiner Kraft verwendet, den Wagen gegen die Bahn zu drücken, was nun vollends sehr nachth ist, indem es nicht nur die Zugkraft vermindert, sondern auch die vermehrt.

Sind die Bahnen bequem eingerichtet und haben sie Neigung, so di die Wagen niemals durch Zug befördert werden, indem der vielleicht selbst rollende Wagen dem Schlepper sonst gefährlich werden kann. Ha das Unglück zu stolpern und zu fallen, so ist er jederzeit verloren, die Last ist viel zu groß, um plötzlich von ihm aufgehalten zu werden, er niedergeworfen und zwischen den Wagen und seiner Bahn zerrissen. horizontaler Bahn ist jedoch das Ziehen wohl angewendet.

Bei geneigter Bahn befindet sich der bewegende Mensch hinter Wagen und heißt, wie bereits gesagt, Stößer oder Hundestößer (von Wagen, den er in Bewegung setzt). Bei einer mäßigen Neigung und einer ganz geraden Bahn können 3, 4 auch wohl mehr Wagen von selben Stößer gefahren werden. Hierbei hat er immer darauf zu daß die Geschwindigkeit nicht bis zu dem Grade wachse, in wel nicht mehr bewältigen, überwinden könnte, und muß also hinter gehen, sie zwar durch Schieben befördern, aber sobald sie durch Festhalten immer dergestalt mäßigen, daß er hält und nicht nöthig hat ihnen nachzulaufen ode

Ist die Neigung der Bahn groß, beträgt

es kommen Fälle vor, wo die Neigung 10—12 Grad übersteigt, so ist die Förderung durch Menschen nur in dem Fall zulässig, daß 2 parallele Bahnen vorhanden sind, entweder, indem der Stollen breit genug ist, um Platz zu 2 Bahnen zu gewähren oder indem man 2 Stollen parallel mit einander getrieben hat, was man jedoch nur in dem Fall thun wird, in welchem das Gestein des Bergwerks nicht für widerstandsfähig genug gehalten wird, um einen Stollen von 12 und mehr Fuß breit zu gestatten.

Bei einer solchen Anlage befindet sich immer eine Kette oder ein Seil ohne Ende, woran die Wagen gehängt werden. An dem obern Theil der Doppelbahn steht eine senkrecht aufgerichtete Axe mit einer horizontal laufenden Rolle, welche einen solchen Durchmesser hat, und zugleich eine solche Stellung, daß es genau von der Mitte der einen Bahn bis zur Mitte der andern Bahn reicht.

Die Rolle muß an ihrer Peripherie tief ausgehöhlt sein, so daß die darüber gespannte Kette nicht herunter gleiten kann.

Auf der einen Seite oder auf der einen Bahn gleitet nur der beladene Wagen abwärts.

Man hängt, nachdem er eine kurze Strecke gegangen, einen zweiten an dieselbe Kette. Schwerlich wird man gleich mit mehreren anfangen, sobald aber diese am untersten Ende der Rampe angelangt sind und nun dort umkehren (ein eben solcher Ständer mit einer gleich großen Rolle, wie der oben beschriebene bewirkt diese Umkehrung), so werden 2 neue Wagen eingehängt, welche die unten befindlichen heraufziehen, indem sie selbst herabrollen.

Auf solche Weise vermehrt sich fortwährend die Reihe der Wagen, bis die ganze Kette damit dergestalt besetzt ist, daß nun nicht mehr Wagen daran Platz haben. Die herabsinkenden, heben immerfort die aufsteigenden empor. Dieselben sind zwar sehr viel leichter als die ersteren, man sollte beinahe meinen, es müsse hier ein Uebergewicht sich geltend machen, es findet dies jedoch in der That nicht statt, weil die aufwärts gezogenen durch die Steigung der Bahn ein Hinderniß, gewissermaßen eine Vermehrung des Gewichts bieten.

Hier werden nun die Menschen nicht mehr zu einer erschöpfenden Aeußerung ihrer Kräfte gebraucht, sondern sie sollen nur die leeren Wagen aus-, die beladenen anhängen und sollen für den richtigen Gang der Maschinen sorgen, sollen verhindern, daß Stockungen eintreten, namentlich darauf sehen, daß an derjenigen Stelle, wo die Umkehr stattfindet, nicht Ereignisse eintreten, welche Hemmungen herbeiführen.

In manchen Bergwerken, namentlich in denen von England, findet man Pferde zum Betrieb des Bergwerks benutzt. Es handelt sich hier

um direktes Ziehen der Wagen, denn zur Bewegung von Maschinen, zu dem sogenannten Pferdegöppeln sieht man diese Thiere sehr häufig angewendet, aber um sie direkt vor den Wagen zu spannen, sind sie in der Regel zu groß, man braucht sie daher nur in dem Lande, in welchem es eine ganz besonders kleine Race giebt, die Ponnys, welche in dem Gebirge von Schottland zu Hause und dort sehr häufig sind.

Diese Thiere erreichen bei aufgerichtetem Kopfe höchst selten eine Höhe von 4 Fuß, sie sind daher in der Regel schon in Stollen von $3\frac{1}{2}$ Fuß Höhe brauchbar, aber man pflegt sie doch nur anzuwenden, wenn man gezwungen ist, die Stollen ganz ebensohlig oder gar etwas steigend zu machen, da dann die Kräfte der Kinder zur Bewegung beladener Wagen nicht mehr ausreichen würden. Aus den Seitenstrecken, aus denjenigen, wo das Kohlenlager eine zu geringe Mächtigkeit hat, um einen Stollen zwischen 3 und 4 Fuß Höhe zu gestatten, müssen die Kohlen doch immer noch durch Kinder gefördert und an diejenigen Stellen gebracht werden, von denen aus der Transport durch Pferde beginnen kann.

Man nimmt diese kleinen Pferde in den Bergwerken auch auf Strecken in Anwendung, wo die Stollen von solcher Höhe sind, daß die größten Zugpferde darin würden gehen können, weil erstens die Kräfte dieser kleinen Pferde ausreichend sind, weil sie einen raschen Gang haben und weil sie sehr viel weniger empfindlich gegen Witterungs- und Temperaturwechsel sind als die größeren.

Die Ladungen müssen immer so beschaffen sein, daß man den größeren Theil der Kräfte des Pferdes in Anspruch nimmt, auch muß die Länge der Bahn nicht zu gering bemessen sein, bei einer Entfernung von 300 Fuß leisten zwei Kinder so viel als ein Ponny, bei einer Entfernung von 1000 bis 2000 Fuß leistet ein Ponny nicht doppelt, sondern 5 bis 6 Mal so viel als ein Kind, weil die Ausdauer des Thieres viel größer ist.

Es kann der Fall eintreten, daß Rampen nicht herabgefahren, sondern durch beladene Wagen erstiegen werden müssen. In diesem Falle genügen die Kräfte der Pferde nicht, um die Wagen zu ziehen, man muß sie durch die Hebelkraft unterstützen. Die Bahn ist mit einem Doppelgeleis versehen, was das Vortheilhafteste ist, dann nämlich kann die Förderung ununterbrochen geschehen, oder sie hat nur ein einfaches Geleis, dann findet eine stete Unterbrechung statt, indem erst der volle Wagen heraufgezogen, dann der leere nachgelassen, ein anderer unterdessen gefüllter heraufgezogen und wieder herabgelassen wird u. s. f.

Diese letzte Förderung ist eine sehr langsame und ungünstige, muß aber doch in allen Fällen angewendet werden, wo es zu kostbar sein würde, den Stollen so sehr zu erweitern, als zu einem Doppelgeleis nöthig.

Zwischen den beiden Schienen eines Geleises liegen unmittelbar über den Schwellen Rollen von der ganzen Breite des Geleises, welche dazu dienen, die Kette zu tragen und ohne zu starke Reibung gleiten zu lassen. An dieser Kette sind die Wagen befestigt, welche oben angelangt auf eine flache Stelle kommen, dort ausgeladen werden, und nun durch Menschenhände nach der anderen Hälfte der Bahn befördert, dort an die Kette gehängt wieder niedergelassen werden. Außerhalb des Bereiches der eben geförderten und auszuleerenden Gefäße befindet sich an einer senkrecht stehenden Axe ein zweiarmiger Hebel, an dessen äußerstem Ende Pferde angespannt sind, die mit Kappen vor den Augen im Kreise umherschreiten und die Axe drehen. Diese Axe trägt eine große Trommel, um welche die Kette des Doppelgeleises anderthalb Mal geschlungen ist, wodurch an dieser Trommel eine solche Reibung entsteht, daß die schwere Kette mit der ganzen Länge der daran hängenden Wagen diese Reibung nicht überwindet, sondern das Drehen der Axe zur Folge hat, daß die Kette sammt ihrer Last davon emporgeschleppt wird.

Ist die Bahn nicht doppelt, so pflegt man in der Regel auch keine Kette, sondern ein Seil anzuwenden, dieses ist an einem Theile der Trommel befestigt, das entgegengesetzte Ende in der tiefsten Entfernung des Stollens trägt die Last. Bei der Bewegung der Axe wickelt sich das Seil ganz und gar auf die Trommel. Ist dieses geschehen und der Wagen oben auf der ebenen Fläche angelangt und daselbst ausgeladen, so werden die Pferde auf derjenigen Stelle, auf welcher sie in dem Augenblick stehen, umgekehrt, so daß sie mit dem Kopfe da stehen, wo vorher der Schweif war.

Nunmehr läßt man sie wieder ihren Weg machen. Man sieht, es ist der entgegengesetzte, er hat nicht mehr zum Zweck, das Seil aufzuwickeln, sondern es abzuwickeln. Der bei den ersten paar Schritten der Pferde auf die schräge Bahn gebrachte Wagen, obschon leer, spannt das Seil beim Heruntergleiten und zieht es sich nach, bis es, unten angelangt, den Wagen an der Stelle stehen läßt, wo er mit einem beladenen verwechselt werden soll.

Jetzt werden die Pferde abermals umgekehrt und es beginnt das Heraufziehen des vollen Wagens.

Man sieht, wie viel langsamer diese Förderungsmethode ist, als die auf zwei Geleisen, wo des Erzes viel gefördert werden soll, wird man daher auch keinesweges mit derselben auskommen, sondern immer ein Doppelgeleise haben müssen.

Bei einfachen Geleisen hat man auch wohl die Einrichtung, daß der Wagen leer abwärts rollt, ohne daß die Pferde zurückzugehen brauchen. Dieses wird dadurch bewerkstelligt, daß die Axe ohne die Hebel beweglich

ist; diese, woran die Pferde ziehen, sind durch einen einfachen Bajonnetanschluß mit der Axe verbunden, wenn man dieses Schloß aushängt, so geht der auf schräger Bahn rollende Wagen von selbst abwärts und das Seil von der Rolle der großen Trommel folgt ihm, indem die Trommel sich mit sammt der Axe dreht. Es bilden hierbei die Hebel, an denen die Pferde ziehen, mit dem Bajonnetanschluß, welcher die Axe schleifend umgiebt, eine Art Bremse, so daß die Bewegung nicht gar zu schnell vor sich gehen kann. Nähert sich das Seil seinem Ende, so läßt man den Druck immer stärker werden, bis endlich das Schloß selbst einspringt. Nunmehr ist der Lauf gehemmt, der Wagen steht an Ort und Stelle, wird mit einem anderen vertauscht und die Pferde werden wieder in langsamen Schritt gesetzt.

Man hat auch Dampfkraft zur Förderung angewendet und es ist begreiflich, daß man hiermit noch viel Bedeutenderes leisten kann, als mit ein paar Pferden, besonders wird die Dampfmaschine dann in Thätigkeit gesetzt, wenn das Bergwerk so groß ist, daß es einen Tag und Nacht nicht unterbrochenen Betrieb fordert, gewöhnlich hat man alsdann stark geneigte Stollen, vermöge deren man die Mineralien an die Oberfläche der Erde befördert, auch hier läuft eine Kette ohne Ende über Rollen, welche zwischen den Schienen liegen und über eine Trommel durch die Dampfmaschine bewegt wird. Man wendet diese Förderungsweise in der Regel nur da an, wo die Mineralien aus sehr verschiedenen Tiefen emporgeholt werden müssen, der Kettenzug in der schräg liegenden Strecke schneidet unter mehr oder minder spitzen Winkeln die horizontalen Strecken, auf denen die Erze zu der Förderungsstrecke gebracht werden. Die Wagen haben jederzeit an ihrem vorderen Ende eine Kette mit einem Haken, welcher es möglich macht, sie in einem Augenblick an die Fördermaschine zu hängen. Oben angelangt, laufen die Wagen auf ebener Sohle fort und werden hier von einem dazu angestellten Arbeitsmann ebenso mit einem Ruck ausgehängt, wie sie unten eingehängt werden.

Bei der Dampfmaschine gilt, was die Länge oder die Steigung betrifft, dasselbe, was wir oben bei dem Gebrauch der Pferde anführten. Kurze Strecken und geringe Steigungen gestatten keine vortheilhafte Anwendung der Maschine, je mehr die Steigung oder die Länge der Bahn von derjenigen abweicht, welche für Pferde die vortheilhafteste ist, desto angemessener ist die Anwendung einer Dampfmaschine.

Nicht selten ist auch die Schwere ganz allein die Betriebskraft, dies findet besonders statt in den großen Steinkohlenbergwerken von England, welche höher liegen, als die Landungsstelle der Schiffe, die zum Transport bestimmt sind.

In solchen Fällen ist eine Doppelbahn immer unerläßlich, denn man will keine andere Kraft, als die Schwere zur Anwendung bringen, dies würde aber nicht möglich sein, wenn man nicht zwei Bahnen neben einander hätte, das auf der einen herabgleitende Gefäß würde sich nicht selbst wieder hinauf begeben, es müßte herauf gezogen werden. Um dieses zu bewerkstelligen, braucht man andere Kräfte als die Schwere, und wenn die Schwere allein das Herabgehen der vollen, wie das Hinaufziehen der leeren Gefäße bewerkstelligen soll, so muß man durchaus ein Doppelgeleise haben.

Die Einrichtung einer solchen Bahn mit mehr oder minderer Steigung ist ganz dieselbe, wie die für Pferde oder Dampfmaschinen, sie unterscheidet sich nur dadurch, daß man weder Pferde noch Dampfmaschinen braucht. Die großartigste Einrichtung für solche Förderungen findet man auf den englischen Bergwerken, dort laufen Stollen Viertelmeilen lang unter der Erde, werden zu Wegeleitungen über der Erde, gehen wieder in Stollen hinein und so fort, alles nur, um eine Linie von ganz gleichem Fall von dem Bergwerk bis zum Schiffe zu haben. Das Ende der Bahn ist, wie die Figur 1234 zeigt, immer ganz horizontal, der herbeirollende Wagen

Fig. 1234.



gelangt an das äußerste Ende dieser Bahn, welche schon im Meerwasser selbst steht, wie die Figur zeigt, und wird hier von einem beweglichen Gestelle ac aufgenommen, welches durch Flaschenzüge und ein Gegen-

gewicht d regiert wird, so daß sich dasselbe bequem und langsam niedersenken läßt.

Genau unter dem Ende des sinkenden Balkens steht das Schiff zur Aufnahme der Ladung. Sobald diese durch Oeffnung einer Fallthür im Wagen in den Schiffsraum gefallen ist, wirkt das Gegengewicht d rückwärts, der Balken ac mit dem leeren Wagen wird durch das Seil b aufwärts geschnellt und wird dann auf das Nebengeleis geführt, um an die Kette gehängt zu werden, welche den Rückgang bewerkstelligt.

Unterdessen ist schon ein zweiter Wagen dicht an der Senkvorrichtung angelangt, sowie er auf dieselbe kommt, verursacht seine größere Schwere das Nachgeben des Gewichtes d und das Spiel geht dann so fort, bis das Schiff seine volle Ladung hat.

Man kann auch ein anderes Verfahren einschlagen, wozu auf demselben Bilde die Veranstaltung gleichfalls gezeigt ist. Der bewegliche Balken ac existirt dann gar nicht und das auf dem Ende des Gestelles stehende Haus ist gleichfalls überflüssig. Das Schiff rückt nunmehr näher an den Holzbau, so daß seine Mitte unter einer großen hölzernen, aber inwendig mit Eisenschienen beschlagenen Rinne mn steht.

Die beladenen Wagen werden bis an das obere Ende dieser Rinne geführt, dort öffnet sich durch den Anstoß des Wagens gegen ein Hinderniß der Riegel der Fallthüre und der Wagen entleert sich seines Inhalts, welcher auf der Rinne in das Innere des Schiffes gleitet.

Diese Förderungs- und Beladungsweise hat sich als die kostenloseste und am raschesten wirksam erwiesen, nur ein Uebelstand ist da: wenn die Bahn sehr lang ist, so wird das Herablaufen der Wagen so sehr beschleunigt, daß der Apparat zerstört werden kann. Um dieses zu verhindern, pflegt man an der Trommel, welche die Kette leitet, eine Bremse anzulegen und von diesem höchst wichtigen Theil des ganzen Apparates heißen diese Bahnen „Bremsbahnen“.

Der Theil der Trommel, an welchem die Bremse angebracht werden soll, ist mit einer breiten eisernen Schiene bekleidet (dieselbe kann Fuß breit sein, sie wird nur um so besser und mit um so geringerem Kraftaufwande wirken). Dieser mit Eisen bekleidete Theil wird von einem zweiten Stücke Eisen von einer ganz gleichen Schiene ganz umgeben, doch so, daß beide Enden ihre besonderen Befestigungspunkte haben und durchaus mit der Trommel nicht zusammenhängen.

Der eine feststehende Befestigungspunkt rückt der Trommel f— daß er sie fast berührt, der andere ist beweglich und so einge— er durch einen Hebel angezogen, die ganze zweite Schiene — Fläche mit der Trommel in Berührung bringt. Es —

Schleifen zwischen dem beweglichen breiten Ringe und der auf der Trommel festsitzenden Schiene, diese Reibung bremst eben, diese Reibung ist es, welche die freie Bewegung hindert und welche verursacht, daß hundert beladene Wagen gleichzeitig auf einer Bahn herabgleitend, doch in keine größere Geschwindigkeit kommen, als der Maschinist gestattet.

Die Reibung ist so stark, daß sie den lebhaftesten Gang der Maschine in wenigen Secunden in Stillstand verwandelt, sie ist so stark, daß sie plötzlich mit voller Kraft ausgeübt, die Zerstörung der Maschine herbeiführen würde. Damit dieses nicht geschehe, mäßigt man dieselbe, indem man eine reichliche Menge thierisches Fett zwischen die sich reibenden Flächen bringt. Trotz dessen kann der engere Anschluß der äußern Schiene an die innere doch noch die Maschine zum Stillstehn bringen, aber langsamer und ohne nachtheilige Folgen. Das Einfetten hat auch noch den Zweck, daß die zu scharfe Reibung, welche beide Schienen durch Schleifen zerstört haben würde, soweit vermindert wird, daß nur noch ein Druck übrig bleibt und ein Abschleifen fast gar nicht mehr stattfindet. Ohne Anwendung der Maschinenschmiere wird auch die Bremse so heiß, daß man sie nicht mehr handhaben kann und sie wird beim längeren Gebrauche so heiß, daß das Holz der Trommel raucht und sich entzündet, auch dieses wird durch das Einschmieren vermieden.

Mat hat auch Bremsen ganz von Holz, sie sind aber durchaus ebenso eingerichtet, wie die hier beschriebenen und unterscheiden sich höchstens dadurch von diesen, daß der einschließende Theil der Bremse den eingeschlossenen nur auf seinem halben Umfang umgiebt. Es ist dies dieselbe Bremsvorrichtung, welche bei der Windmühle üblich ist, deren Anhalt auch lediglich dadurch bewerkstelligt wird, daß ein hohl ausgeschnittener oder gekrümmter Balken sich auf einer großen hölzernen Scheibe an der Flügelaxe niederläßt.

Die Ansicht über die Bremsbahnen und über deren Länge sind sehr verschieden, in Belgien macht man sie selten länger als 300 Fuß, in Schlesien hält man das Doppelte für zweckmäßig, in England nicht nur das 3- und 4fache, sondern das 10fache, man macht sie wie gesagt nicht selten meilenlang.

Auch der Fall wird sehr verschieden genommen, man hat sie von 8 bis 9 Grad, man hat sie beinahe senkrecht, wenigstens so schräg, daß die Räder nur noch eben gegen die Schienen drücken, man hat sie im Gegentheil wieder von einer so geringen Steigung, daß nur die Länge der Strecke des erforderliche Moment zum Herabrollen hergiebt und die Wagen anfangs nicht ohne Anstrengung von Seiten der Arbeiter in Bewegung gesetzt werden können. Man sieht aus diesen Angaben, daß sich keine Angabe über die Steilheit machen läßt, es kommt ganz und gar auf die Um-

stände an, unter denen ein solcher Bau angelegt werden muß, natürlich müssen die Bremsvorrichtungen um so sorgfältiger sein, je steiler der Fall eines solchen Bremsberges ist.

Ebenso ist es mit der Frage, ob Ketten oder Seile zweckmäßiger wären bei den Bremsbahnen. Es kommt ganz und gar auf die Länge des Weges an, ist dieser sehr groß, so wird das Gewicht der Kette so mächtig, daß es der freiwilligen Förderung die entschiedensten Hindernisse in den Weg setzt. Die träge Masse einer Viertelmeile langen Kette, die zur Hälfte bergauf geschleppt werden muß, ist so groß, daß sie den Fall des beladenen Wagens auf der schrägen Ebene verhindert. Bei kurzen Strecken von 50—100 Lachter sind dagegen die Ketten höchst nützlich.

Auch Drathseile hat man anzuwenden versucht, aber nicht mit Erfolg, höchst wahrscheinlich, weil die häufigen Krümmungen, welche das Seil auf der Trommel zu erleiden hat, nachtheilig auf den inneren Zusammenhang des Metalls wirken. Was in dieser Hinsicht auch noch angegeben wird, daß das plötzliche Anhalten der Bremsen die Seile zerstöre ist darum ungegründet, weil solches plötzliches Anhalten nicht stattfindet, die Bewegung nur verlangsamert und endlich bis zum Stillstande verringert wird. Würde man das Bremsen so bewerkstelligen wollen, daß ein plötzliches Anhalten der Maschinerie stattfände, so würde dieses immer mit der Zerstörung der Maschinerie drohen, und hat sie auch wirklich häufig herbeigeführt, wie wir bereits gesagt haben.

Die Bremsbahnen sind von großem Vortheil bei all denjenigen Bergwerken, bei welchen in verschiedenen Höhen gearbeitet wird. Der schräg laufende Schienenweg durchschneidet alle diese Stockwerke und gestattet die Möglichkeit von einem jeden derselben die zu fördernden Erze ohne Zwischenmittel einer Umladung auf die Bahn zu bringen. Die Strecken, welche zu dieser Hauptbahn führen sind immer so eingelegt, daß sie von den, an diesem Punkte frei schwebenden Schienen schräg durchschnitten werden und daß man die zu befördernden Massen auf eine Bühne schiebt, welche horizontal steht und unmittelbar an die Schienen stößt. Der Wagen wird so gestellt, daß seine Räder mit den Schienen in Berührung sind, sobald dieses geschehen ist, wird der Haken in die Kette oder die Schlinge an das Seil gebracht und unmittelbar darauf die Bühne weggezogen, wodurch der Wagen mit allen 4 Rädern auf die Schienen zu stehen kommt.

Zu den Förderungsmitteln durch die Kraft des freien Falls, durch die Kraft der Schwere gehören die sogenannten Rolllöcher. [illegible] schräg in das Gestein gehauene und mit Bohlen [illegible] mehreren Fuß Höhe und Breite und von einer [illegible] hängig ist von der Lage des Bergwerks; [illegible]

welches man fördern will. Diese Rolllöcher, diese schräg liegenden Schächte enden in einem Trichter, welcher sich soweit verengert, daß dadurch die Förderungsgefäße leicht und bequem gefüllt werden können. Will man taubes Gestein auf diese Weise fortschaffen, so wird man suchen das Rollloch bis außerhalb des Bergwerks zu führen, man wird das Mineral zu den Halden gelangen und sich dort beliebig aufhäufen lassen, es wird der Arbeiter nichts weiter zu thun haben, als das Verstopfen des Rollschachtes zu verhindern, und wird also immer mit Schaufel oder Hacke fortzuschaffen suchen, was an taubem Gestein zu Tage gelangt, und wird es soweit als möglich ausbreiten, um einen Aufenthalt, eine Stockung unmöglich zu machen.

Sind es Erze, welche auf diese Art gefördert werden sollen, und welche man in Wagen oder Tonnen auffangen muß, um sie an's Tageslicht zu bringen, so ist es auch noch ziemlich gleichgültig, wie dieselben behandelt werden, denn es kommt hierbei durchaus nicht darauf an, wie weit zerbröckelt und zerstückelt dieselben sind, da man sie schließlich vor dem Schmelzen doch ganz zerkleinern muß. Bei Steinkohlen aber, wo es von Wichtigkeit ist, daß die Stücke möglichst groß und in gutem Zusammenhange erhalten werden, muß man darauf sehen, daß die Neigung des Rollenschachtes nur gerade eine solche ist, um die Kohlen ohne Hinderniß abwärts gleiten zu lassen. Hier sind auch die Trichter bei der Einfüllung unerläßlich und die Schieber, vermöge deren man die Trichter schließt und öffnet, müssen so eingerichtet, daß sie mit Sicherheit den Abschluß bewerkstelligen. Die Höhe dieses Rollloches darf 20 Klafter (120 Fuß) nicht übersteigen, wenn man Kohlen zu fördern hat, sonst leiden die unteren zu sehr von dem Druck derjenigen, die auf ihnen lasten. Wo man zum Zweck der Förderung diese Rolllöcher anwendet, ist ein Verlust durch Zerreibung der Kohle auf keine Weise zu umgehen. Die Festigkeit der Kohle macht allerdings einen Unterschied, jedoch wird sie unter allen Umständen leiden, man kann sich nun dadurch trösten, daß man einen Theil des Verlustes durch die geringen Kosten, welche diese Förderungsweise macht, ausgeglichen sieht.

Zu der Streckenförderung muß man auch noch die sogenannte Navigationsförderung zählen, welche mittelst Kähne auf schiffbaren Strecken und Stollen ausgeführt wird.

„Die Hauptstollen der Gruben sind dann in schiffbare Kanäle verwandelt, auf denen die Strecken- und zuweilen auch noch die Tageförderung bewirkt wird. Es gehören dahin beispielsweise die Fuhrgrube bei Waldenburg in Niederschlesien, wo jedoch die Fördermethode neuerlich der vortheilhafteren Pferdeförderung gewichen ist; die Königin Louisengrube zu Zabrze in Oberschlesien und die Grube Walkden-Moor in England, die mit dem

Worsley-Canal in Verbindung steht. Aber auch als bloße Streckenförderung, um die Erze zum Schacht zu führen, dient diese ganz eigenthümliche Förderungsmethode, wovon uns die tiefe Wasserstrecke zu Clausthal am Oberharze ein treffliches Beispiel giebt.

Der schiffbare Stollen der Königin Louisengrube in Oberschlesien steht mit dem Clodnitz-Kanal in Verbindung, welcher bei Kosel in die Oder geht. Es sind 1040 Lachter von diesen Stollen schiffbar.

Die tiefe Wasserstrecke zu Clausthal erstreckt sich von der Grube Carolina auf dem östlichen Flügel des Burgstädter Zuges bis zur äußersten westlichen Grube auf dem Rosenhöfer Zuge, dem neuen Silbersegen; sie hat 2339 Lachter an eigentlicher Ortslänge, 193 Lachter an Querschlägen von den einzelnen Schachten bis zur Hauptstrecke und 140 Lachter lange Flügel nach dem Zellerfelder Hauptzuge, so daß ihre Gesammtlänge über ⅔ geographische Meile beträgt. Sie ist durchgängig söhlig, 1½ Lachter hoch und 1 Lachter weit getrieben und liegt in dem Silbersegener Richtschachte 173½ Lachter unter Tage und 53½ Lachter unter dem tiefen Georgsstollen. Auf diesem Grundwasserkanale werden die meisten Erze des Burgstädter Zuges nach zwei Schachten, dem alten Segener und dem Silbersegener Schacht, auf flachen Fahrzeugen geführt, dort mittelst Wassergöpeln zu Tage ausgefördert und über Tage auf Eisenbahnen zu den benachbarten Pochwerken transportirt" (Hartmann).

Die angewendeten Kähne sind gewöhnlich nur 4 Fuß breit und haben 30 auch wohl mehr Fuß Länge, die Kanäle müssen immer mehr als doppelt so breit sein als die Kähne, denn zwei derselben müssen, ohne sich zu berühren, an einander auf oder ab vorbeifahren können. Die Schiffe haben etwa 2 Fuß Tiefgang und können alsdann 6 Fässer mit Kohlen, im Durchschnitt 6 Centner an Gewicht, aufnehmen, können mithin 36 Centner tragen.

Die Art, diese Kähne fortzuschaffen, ist eine ganz eigenthümliche; um nicht eine Höhe des Kanals aushauen oder sprengen zu müssen, welche dem Kahnführer gestattet, aufrecht zu gehen, muß derselbe das Fahrzeug auf dem Rücken liegend bewegen, wie die nachstehende Figur 1235 zeigt, dabei hat er die Füße in der Luft schwebend und tritt mit der Sohle gegen das Hangende, gegen die Decke des Kanals, die sogenannte [illegible] er liegt dabei mit dem Kopf nach vorn.

Die Arbeit ist sehr anstrengend, aber der Mann ist, da er keine [illegible] tragen hat, sondern diese vom Wasser getragen werden, im Stande, [illegible] hinter einander gekoppelt zu fördern. In den schlesischen [illegible] solche Förderung gleichfalls eingeführt ist, sitzen die Boot[illegible] des Kahnes und fördern denselben mit den Händen [illegible] an den Seiten angebracht den Händen zur [illegible]

Förderung auf Kähnen ist ohne allen Zweifel höchst vortheilhaft. gelegt, bedarf ein solcher Kanal gar keiner Reparaturen, er nutzt

Fig. 1235.



ab, was von Eisenbahnen nicht gesagt werden kann. Die Anlage icher Weise eben so viel kosten, wie ein Stollen mit einfachem mmer aber so viel, wie ein Stollen mit Doppelgeleis, denn dieser ß die ganze Breite und Höhe des Kanals haben und braucht nlage eines doppelten Geleises. Ist nun vollends die Strecken- mit Tagesförderung verbunden, so erreichen die Kosten noch bei ht die halbe Höhe derjenigen, welche durch die sonstigen Förde- n verlangt werden, überdies ist der Mensch hier im Stande, un- l mehr zu leisten, als wenn er auf Bahnen, seien sie nun von von Stein oder von Eisen, Lasten fortschaffen soll. Die ganze d von dem Wasser getragen, dies geschieht zwar mit der Last Wagen gleichfalls, aber dort ist Reibung zwischen den Rädern ien, Reibung zwischen den Rädern und den Axen zu überwinden. ng des Wassers am Kahn ist zwar auch nicht Null, aber sie ist Verhältniß geringer, daß eben dadurch die Leistungskraft des so hoch gesteigert wird.

dieses sagen will, sieht man bei der Schifffahrt auf Flüssen, ühren einen 100 Fuß langen, 2 Klafter breiten und 3½ Fuß tief gehenden Kahn stromaufwärts, zwar mit großer Anstrengung, cht. Die Belastung eines solchen Kahnes mit Steinkohlen, mit Ziegeln ist so groß, daß 100 zweispännige Wagen gefordert wer- ieselbe fortzuschaffen, 3 Menschen leisten mithin dasjenige, was e leisten. Wenn ein Mensch in solchem Kanal, wie der Bergbau einen Kahn von 50 Fuß Länge und 8 Fuß Breite ganz beladen

hätte, so würde er im Stande sein, ohne Hülfe eines zweiten Mannes diesen Kahn auf stehendem Wasser zu fördern, das Wasser in solchem Kanal ist aber immer fließend und dadurch wird von seiner Kraft noch ein Theil gespart.

Unter allen Umständen sind aber 2 Punkte bei der Anlage von nicht geringer Bedeutung. Die Strecke muß möglichst lang sein, denn die Mühe des Aus- und Einladens steht bei kurzen Strecken nicht in dem richtigen Verhältniß zu der Förderung, ferner muß man sicher sein, eine Reihe von Jahren Material zu besitzen, welches die Förderung lohnt; aber die Entfernungen überhaupt sind etwas doch sehr relatives, denn auch eine kurze Strecke ist lohnend, wenn sie das Bergwerk mit einem Kanal oder schiffbaren Strome in Verbindung setzt. In der Regel legt man auch schiffbare Stollen nur in den ältesten Theilen der Bergwerke an, sehr vortheilhaft werden sie da, wo viele Grubenwasser gefördert werden müssen, allerdings setzt ein Bach von 10 Fuß Breite schon eine gewaltige Wassermenge voraus, man darf aber nicht vergessen, daß man es in seiner Gewalt hat, einen sehr breiten Kanal mit sehr wenig Wasser hoch genug zu füllen.

Der Kanal, welcher 10 Fuß breit, nur einen Zoll hoch Wasser hat, wenn sein Fall auf einem Klafter 2 Zoll beträgt, wird ein paar Fuß hoch mit Wasser angefüllt werden, wenn der Fall auf 100 Klafter nur 2 Zoll beträgt, aber natürlich muß immer reichlich Wasser da sein, um den Kanal genügend zu speisen, daß es nicht ausführbar wäre, wenn man denselben durch ein Pumpwerk schiffbar machen wollte, versteht sich von selbst.

Es ist möglich, einem solchen Stollen Wasser von außen zu verschaffen, man darf denselben nur um ein geringes niedriger legen, als der Spiegel des nächsten Flusses oder Sees sich befindet, aber die Versuche, welche man in dieser Hinsicht, namentlich in Nordamerika gemacht hat, sind durchweg schlecht ausgefallen, erstens giebt es keinen See und keinen Fluß, dessen Niveau unveränderlich wäre, sinkt das Niveau, so wird der Kanal wasserleer, steigt dasselbe, so wird er mit Wasser überfüllt und hört auf fahrbar zu sein in einem wie dem andern Fall. Aber wäre es auch möglich, einen See zu finden, dessen Wasserspiegel gleich hoch stände, so wäre auch dann die Anlage eines Kanals durchaus unpraktisch, indem das Wasser in demselben stehend ist, übelriechend wird, in Fäulniß übergeht und dadurch für Menschen unbefahrbar wird. Soll Wasser von außen beschafft werden, so bleibt nichts anderes übrig, als den Kanal durch den ganzen Berg zu leiten, so daß das Wasser auf einer Seite ein- und auf der andern ausfließt.

Sind solche Kanäle nicht an den tiefsten Stellen der Bergwerke angelegt, so findet sehr häufig der große Uebelstand statt, daß sie Wasser *durchsinken* und in die niedrige Gegenden der Bergwerke gelangen lassen.

Schachtförderung.

In dem Bisherigen haben wir betrachtet, auf welche Weise die Mineralien aus dem Innern der Bergwerke in das Freie gelangen können, in solcher Art, daß die Bahn von der horizontalen Richtung nicht bedeutend abweicht. Man wird diese Förderungsweise jeder Zeit anzuwenden suchen, wenn die Seitenwand des Bergwerkes nicht so breit ist, daß die Durchlegung eines horizontalen Weges dadurch gehindert wird. Die Kosten können so groß, die Arbeiten so beschwerlich werden, daß man genöthigt ist den Gedanken einer Förderung auf Wagen gänzlich aufzugeben, natürlich nur die Bewegung nach außen, denn im Bergwerke selbst wird diese Förderung immer beibehalten bleiben müssen. Der Schacht geht von irgend einer Stelle an der Oberfläche der Erde senkrecht abwärts und hört irgendwo in einer für zweckmäßig gehaltenen Tiefe auf. Dieser Schacht ist aber nicht das Bergwerk, sondern da wo derselbe aufhört, beginnen erst seine Verzweigungen. Nach vielen verschiedenen Richtungen sendet man Stollen aus, um die Erze oder sonstige werthvolle Mineralien aufzusuchen und in diesen Stollen wird dasjenige, was man für werthvoll genug hält und leider auch dasjenige, was zwar werthlos, aber doch im Wege ist und um Raum zu gewinnen nothwendigerweise fortgeschafft werden muß, bis an den Ort gebracht, von welchem die Förderung aus dem Bergwerke heraus vor sich gehen soll. Mit Streckenförderung in alter Weise fängt also die Förderung überhaupt immer an, erst am Schluß derselben kann von Schachtförderung die Rede sein. Möglicherweise ist sie unnöthig, es kann das Material sogleich durch Streckenförderung aus dem Bergwerk geschafft werden, aber unter allen Umständen, wenn dieses nicht möglich ist, muß man mit der Streckenförderung doch immer den Anfang machen.

Da dieses geschehen muß, so ist es sehr wesentlich die Streckenförde- mit der Schachtförderung dergestalt in Verbindung zu setzen, daß beide in einander greifen.

Das erste, um was es sich handelt sind die Fördergefäße, man hat Körbe oder Tonnen oder Karren, welche man an dem Orte der Gewinnung des Erzes mit diesem füllt und welche man nun auf Bohlen oder auf Eisenbahnen bis zu dem Orte fährt, welchen man die Hängebank nennt, bis zu demjenigen Orte, woselbst die Gefäße geladen werden, die zur Schachtförderung dienen.

Die ersten müssen sich durchweg nach den Umständen richten. Da, wo der Bergbau noch in seiner Kindheit ist, wie z. B. in Amerika, pflegt

man diese kleinen Strecken nicht zu befahren, die Arbeiter laden das Erz in Körbe und tragen es auf den Schultern oder auf dem Kopfe bis an Füllort, an anderen Orten bedient man sich der Tonnen oder auch der Körbe, welche aber auf einem Gestell, einem Wagen, einem Schlitten stehen und so fortgeschafft werden.

Aber bei den Gefäßen zur Schachtförderung ist es ein anderes, sie richten sich theils nach der Art des Minerals, welches zu fördern ist, theils nach der Größe des Schachtes und sie zerfallen in Kübel, in Tonnen oder in Wagen.

Die Tonnen sind das am gewöhnlichsten angewendete Mittel, sie werden aus Dauben von Eichen- oder Ulmenholz zusammengesetzt und mit 6 eisernen Reifen beschlagen, ihre Größe richtet sich nach der Kraft, welche bei der Förderung angewendet wird, sind es Menschen, die den Haspel bewegen, so dürfen sie die doppelte Eimergröße nicht überschreiten, hat man Maschinen zu Förderung, so werden sie beträchtlich groß gemacht. Derselbe Unterschied gilt auch für jene viereckigen Kübel, welche in manchen Bergwerken statt der Tonnen üblich sind, bei mäßiger Größe verfertigt man diese aus Brettern, bei größerer Ausdehnung aus Bohlen von 2 Zoll Dicke, dieselben sind immer mit Eisen beschlagen und der Boden ist überdies durch ein starkes hölzernes Kreuz geschützt, über welches ein zweites Kreuz von Eisen genagelt bis in die Seitenwände des Kastens greift.

Oben an der offenen Seite des Kübels oder der Tonne befinden sich starke eiserne Klammern, und Ketten, welche in einen Punkt zusammen laufen und dazu dienen, die Tonnen an das Seil zu hängen, womit sie aus der Grube gehoben werden sollen. Unter dem Boden befindet sich ein Ring, welcher nöthig ist, um die oben zu Tage gelangten Tonnen zu stürzen, ihres Inhaltes zu entleeren.

Die Größe dieses Gefäßes ist sehr verschieden, beim Erze enthalten sie ein Gewicht von 200 Pfund, wenn mit dem Haspel gefördert wird, ein Gewicht von 1000 Pfund, wenn man mittelst eines Pferdegöpels fördert und von 1500 Pfund, wenn ein Wassergöpel angewendet wird. Zur Förderung von Kohlen macht man dieselben so groß, daß sie bis auf 3000 ja bis auf 4000 Pfund fassen können. Eine Tonne zur Aufnahme von 10 Centner wiegt selbst mehr als 3 Centner, soll sie 36 Centner aufnehmen, so wiegt sie ungefähr doppelt so viel.

Die Tonnen können immer nur innerhalb der Gruben selbst gebraucht werden, will man sie benutzen um nach der Förderung zu Tage damit auf ebener Erde weiter zu gehen, so müssen sie eine auf wovon wir sogleich sprechen werden. Die Tonne wir stellt, welche etwas tiefer liegt, als der Füllort,

Tonne nur wenig über der Sohle hervorragt. Kleine Wagen welche mit der Ladung herbeikommen, werden in die Tonne ausgeleert, dann wird die Tonne an das Seil gehängt und emporgezogen, draußen stürzt man sie nun entweder sogleich in einen Wagen, der zur Weiterbeförderung bestimmt ist oder man stürzt ihren Inhalt auf ein ebenes Gerüste, von welchem man durch Schaufeln andere Fördergefäße ladet. Bei Kohlen wird man die erste Art jederzeit vorziehen, bei Erzen ist es gleichgültig, wenn die Ladungskosten nicht etwa einen Ausschlag geben.

Innerhalb des Schachtes laufen immer zwei Tonnen an zwei Seilen gleichzeitig, die volle Tonne steigt aus dem Schacht empor, wird ausgeleert und sinkt dann zurück, unterdessen hat man unten eine neue Tonne an das Seil gehängt, die leere Tonne sinkt hinab, die gefüllte wird emporgezogen, so geht es in ununterbrochenem Wechsel immerfort auf und ab, während der Zeit, daß die angefüllte Tonne steigt, bis zu dem Augenblick, wo die ausgeleerte unten ankommt, hat man reichlich Muße, eine neue Tonne zu beschicken, es sind daher eigentlich auch nicht mehr als drei Tonnen nöthig.

In der Abtheilung des Schachtes, in welcher die Förderung geschieht, laufen beide Tonnen frei neben einander auf und ab. Deshalb ist es nöthig, daß die Geschwindigkeit, in der sie wandern, 3 Fuß in der Sekunde nicht übersteige. Wird die Geschwindigkeit größer, so ist bei den Schwankungen, denen die langen Seile oder Ketten ausgesetzt sind, ein heftiger Anprall der Tonnen an einander kaum zu vermeiden und dies ist gewöhnlich mit der Zerstörung einer oder der anderen verbunden, abgesehen davon, daß aus der beladenen Tonne Erzstücke in den Schacht hinabfallen und Leute, welche unten arbeiten, sehr schwer beschädigen können. Ueberdies werden durch das Streifen der Tonnen an dem Seil diese letzteren sehr ruinirt, man läßt also schon deshalb die Geschwindigkeit nicht zu groß werden.

Das Umstürzen der emporgebrachten Gefäße muß mit großer Vorsicht gemacht werden, hauptsächlich, weil sonst sehr leicht gerade das entstehen kann, was man durch das langsame Fördern hindern will, das Herabstürzen von Gestein. Zu diesem Behuf pflegt man den Haspel ziemlich hoch über der Mündung des Schachtes anzubringen, solchergestalt, daß die Länge des Seiles, welches noch übrig bleibt zwischen der Bühne, auf welcher der Arbeiter steht, und der Rolle, über welche der Haspel das Gefäß gezogen hat, gestattet, daß dieses Gefäß ein paar Fuß weit von der Schachtmündung weggezogen werde; dann erst umgestürzt und zwar über eine niedere Bretterwand — kann nichts zurück in die Grube fallen. Das ausgeleerte Gefäß kommt nun wieder in seine natürliche hängende Lage, wird von dem Arbeiter über die Schachtöffnung gebracht und dann der ferneren Leitung des Seiles überlassen.

Sind die Gefäße von so bedeutender Größe, daß ein Mensch sie nicht mehr bequem regieren kann, so wird außerhalb der Hängebank ein Pfahl in der Erde befestigt, vermöge dessen man die Tonne von ihrer senkrechten Richtung ablenken kann. An ihrem unteren Ende befindet sich, wie wir bereits gesagt haben, ein Haken, welcher das Umkehren und das dadurch folgende Ausleeren bewerkstelligen soll. An diesen Haken wird, sobald sich die Tonne über die Schachtöffnung erhebt, ein Seil gehängt und dieses wird an dem Pfahl befestigt. Dadurch erhält die aufsteigende Tonne eine schräge Richtung und nun ist es leicht, eine der drei Ketten auszulösen und die Tonne dadurch zum Umstürzen zu bringen. Da der aufwärts strebende Zug durch die nach der Seite geleitete Haltung die Diagonalrichtung zwischen den beiden Zuglinien, der vertikalen und der horizontalen, angenommen hat, so hängt die Tonne natürlich nicht mehr über dem Schacht und durch ihr Umstürzen kommt nicht der geringste Theil ihres Inhalts in den Schacht zurück.

In manchen Bergwerken hat man die sehr vernünftige Einrichtung getroffen, die Tonnen sowohl durch kleine Wagen zu füllen, als umgekehrt, die gefüllten Tonnen in angemessene Wagen zu entleeren. Wir sehen in Figur 1236 einen Hundestößer, welcher mit seinem Hund bis an die Ladestelle gelangt ist. Die Räder des Hundes können nicht weiter, da vor ihnen am Ende der Bahn ein Querbalken liegt, unmittelbar vor demselben befindet sich aber die Vertiefung, in welcher die Tonne steht, die geladen werden soll. Der Arbeiter faßt den Kasten des Wagens, hebt ihn auf, so daß er sich um seinen Schwerpunkt dreht und vorn niedersinkt, wodurch er sich bequem entladen kann, ist dieses geschehen, ist der Inhalt in die Tonne gestürzt, so kehrt er mit seinem Hund zurück und ein anderer Mann tritt an seine Stelle, um die Ladung zu vervollständigen.

Fig. 1236.



Die Gefäße sind so groß, daß sie das Sechs- bis Zehnfache des Inhalts eines Hundes aufnehmen, woraus dann von selbst hervorgeht, daß sie durch Menschenhände nicht mehr gut beweglich sind, dies ist nicht mehr die Absicht, sobald sie gefüllt sind, werden sie Ketten, welche zur Aufhängung dienen, befestigt, an den gehängt, der sie im Schacht emporziehen soll, diese beweglichen Boden, sobald sie oben über dem Sch-

genug, um zu gestatten, daß ein Mann mit seinem Wagen unter ihnen hindurch könne, werden sie geöffnet.

Fig. 1237.



Die Figur 1237 zeigt uns diese Veranstaltung, über den Schacht hinweg geht ein Doppelgeleis, welches den Wagen zum ferneren Transport m trägt. Die Tonne i, welche durch das Seil oder die Kette k über die Rolle g gehoben worden ist, schwebt frei über dem Wagen, der Arbeiter, welcher diesen führen soll, öffnet mittelst eines eisernen Hakens den Riegel, der den unteren Theil der Tonne verschließt, alsbald stürzt der ganze Inhalt in den untergesetzten Wagen und da dieser oben breiter als unten, jedenfalls aber breiter ist, als die Mündung der Tonne, so stürzt der ganze Inhalt in diesen Wagen hinein, ohne daß etwas anderes als Staub vorbei gehen kann. Auf der Bahn wird nunmehr der Wagen fortgeschoben und er kann so viele hundert Schritt weit bis zu dem entlegensten Magazin gebracht werden.

Die Bahnstrecke, welche gerade über den Schacht hinwegläuft, würde das Heraufholen der Tonnen hindern, diese Strecke ist mithin in der Regel nicht über dem Schacht zu finden, sondern nur für den Augenblick vorhanden, daß die Tonne bereits aus dem Schacht heraus und der Wagen unter der Tonne befindlich ist.

Entweder die beiden Schienen, welche dieses Stückchen Bahn bilden, sind getrennt und gehen in Gelenken rechts und links von der Schachtmündung fort oder sie sind beide vereinigt auf einer Bohlenlage, die selbst wieder kleine Räder hat, vermöge deren sie ganz von der Schachtmündung hinweggerollt oder über dieselbe gebracht werden kann. Die Bewegung dieser Bahn, auf der der Deckel läuft, kreuzt die andere, auf welcher über ihr der Wagen laufen soll, rechtwinklig, die Bewegung sowohl hin als her ist genau bemessen. Beim Zurückschieben, d. h. beim Oeffnen des Schachtes geht dieses Gestelle nicht weiter fort, als ganz genau nöthig, um den Schacht völlig frei zu machen. Beim Heranziehen geht wiederum diese Plateform nicht einen viertel Zoll weiter als gerade erforderlich, um die Strecke der Bahn, welche diese Plateform trägt, in die laufende Bahn einzupassen, so daß der heranzuschiebende Wagen ohne irgend ein Hinderniß auf die Plateform geschoben und unter die Tonne gebracht werden kann.

Es stehen gewöhnlich zwei Schachte neben einander, vermöge deren

das Förderungsgeschäft abwechselnd vollbracht wird, es müssen demnach solche Bahnen und Vorrichtungen über jedem Schachte angebracht werden oder über jeder Abtheilung eines und desselben, es müßten demnach auch für die beiden Wagen verschiedene Geleise sein, da dieses aber kostbar sein würde, so sucht man dieselben sobald wie möglich zu vereinigen, entweder dadurch, daß man die beiden Bahnen, welche von den verschiedenen Schachten ausgehen, ungefähr auf dieselbe Weise, wie überhaupt bei den Eisenbahnen beschrieben worden, mit einander vereinigt, die Zweige gleich den beiden Zinken einer Gabel in dem Stiele vereinigt oder dadurch, daß man eine ganz kurze Bahnstrecke für die beiden Schachte macht, welche nur dazu dient, um die Wagen unter die Tonnen und von denselben wegzubringen und dann erst in die eigentliche Bahn zwischen beiden Schachten in senkrechter Richtung auf die kurze Strecke zu bringen. Diese Anordnung hat dann die Gestalt eines großen lateinischen T, die beiden oberen Arme liegen über dem Schachte: wie ein Wagen nach dem anderen gefüllt wird, so wird auch einer nach dem anderen auf die Bahn in der Mitte gebracht und von hier aus geht dann der Transport nach dem Magazin.

Wo man starke Maschinen zur Förderung hat, pflegt man nicht zufrieden zu sein mit der Ladung, welche in kleinen Gefäßen gefördert werden kann, alsdann haben die Tonnen an ihrer unteren Seite zwei Haken, welche durch Schrauben gut und fest verbunden sind mit den Faßdauben, denn sie haben eine gewaltige Last zu tragen.

Sobald nämlich das eine Gefäß an das Seil gehängt und einige Fuß weit gehoben worden ist, hängt der Arbeiter, der bei der Förderung beschäftigt ist, eine zweite Tonne mittelst zweier Ketten in diesen Haken; wenn sich nun beide Tonnen abermals um ein paar Fuß gehoben haben, hängt er eine dritte Tonne an die Haken der zweiten. Weiter pflegt man es nicht zu treiben, weil die Haken der obersten Tonne unmittelbar unter dem Seil nunmehr schon die Last aller drei Gefäße zu tragen haben. Oben angelangt, wird zuerst die unterste Tonne entleert, dann abgehängt, hierauf die mittelste und dann die oberste. Ist dieses geschehen, so hängt man die leeren Gefäße wieder genau so an einander, wie vorhin die vollen gehangen haben, und man läßt sie jetzt wieder in den Schacht hinab, während gleichzeitig in der anderen Schachtabtheilung eben so viele Gefäße emporsteigen.

Es ist keine Frage, daß diese Förderungsweise die Arbeit sehr beschleunigt, aber nicht nur haben die drei Tonnen eine beträchtliche Last, welche außer der vorhandenen bedeutenden Kraft der Maschine auch [illegible] ein stärkeres Seil als gewöhnlich fordert, sondern es sind auch die [illegible]kungen des Seiles hier gefährlicher, als wenn man nur eine To[illegible] hängt. Sind die Gefäße sehr gut und widerstandsfähig gebau[illegible]

nirgends vorspringende Ecken, sind ferner zwei Schachte vorhanden, so daß auf- und absteigende Gefäße sich niemals begegnen können, sind endlich die Schachte von Ziegelsteinen rund und sorgfältig ausgemauert, so läßt sich alles das Gesagte ohne besondere Schwierigkeit machen. Haben aber Gefäße und Schachte diese Eigenschaften nicht, sind besonders die letzteren nicht gemauert, sondern gezimmert und gehen gar beide Eimer, der auf- und der absteigende, in demselben Schacht, so ist ein solches Aneinanderhängen mehrerer Gefäße ganz unmöglich oder die Arbeiter in den unteren Räumen sind fortwährend der Todesgefahr ausgesetzt.

Hat man nicht rund gemauerte Schachte, nicht runde Fördergefäße, will man große Massen zu Tage fördern und soll dieses mit einer gewissen Geschwindigkeit geschehen, so werden die Schwankungen, welche die Gefäße an dem langen Seil oder der Kette erleiden, sehr heftig und sehr folgenschwer sein, die Gefäße werden zertrümmert, die Kette zerrissen, das Trageseil unnöthig angestrengt und es reißt wohl gar. Wer einmal erlebt hat, was das heißt, der glaubt sicherlich, daß man gern daran denkt, ein solches Unglück zu verhindern. Reißt z. B. das Seil beim Beginn der Steigung und reißt es oben in der Nähe der Schachtöffnung, so ist der Fall desselben von so gefährlichen Folgen, daß die Arbeiter ihn mehr fürchten, als den Sturz eines gefüllten Kastens. Diesem kann man ausweichen, wenn man zwei oder drei Schritt weit von der Falllinie steht, nicht so mit dem Seil, welches Schwingungen macht, die nicht zu berechnen sind und welches den Füllort, das weite Gewölbe, in welchem die Gefäße geladen werden, zu einem Aufenthalt des Schreckens macht.

Da man nun beim Sturz der Gefäße nicht weiß, wo das Seil gesprungen ist, muß man sich bei jedem solchen Unfall in die Strecken oder Stollen zurückziehen, um nicht von dem Seil erreicht zu werden.

Aber der Fabrikherr wendet lieber etwas an eine Leitung, als daß er sein kostbares Seil der Gefahr des Zerreißens aussetzt, das geschieht denn auf folgende Weise:

Die Gefäße in solch' großen Bergwerken sind gewöhnlich viereckig, entweder ganz quadratisch oder der Form des Schachtes gemäß länglich viereckig.

In zwei einander gegenüber liegenden Ecken des Schachtes sind lange Leitseile gewöhnlich von Draht gespannt, unten in dem Gestein des Berges gut versetzt, oben in der Zimmerung über dem Schacht (denn die Leitung muß in freier Luft schweben und sich über den Schacht erheben) befestigt.

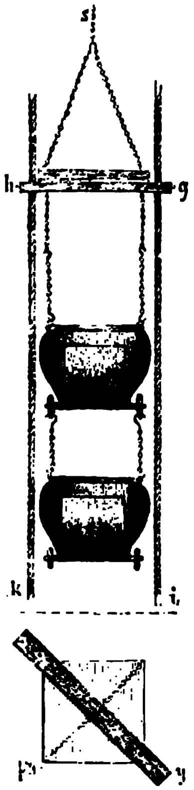
In ganz gleicher Weise, an den zwei sich gegenüber liegenden Ecken haben die Förderkasten starke Klammern mit Ringen, durch welche die beiden Drahtseile gezogen sind. Im Uebrigen so eingerichtet, wie alle Förder-

gefäße, mit drei Ketten versehen, werden sie nunmehr beladen heraufgezogen und da die Oesen an den beiden Ecken fortwährend von dem leitenden Seil gehalten werden, so ist natürlich jedes stärkere Schwanken verhindert.

Oben angekommen, steht aber nun der Kasten unbeweglich fest, er kann weder von der Mündung des Schachtes fortgenommen, noch so weit geneigt werden, um ihn seiner Ladung zu entledigen, so nach würde die ganze Anlage völlig unpraktisch.

Dies wäre allerdings der Fall, wenn man auf den mit den Oesen versehenen Boden die Kohlen aufschütten oder das Erz häufen wollte. Dies geschieht aber keineswegs, die ganze Veranstaltung dient nur dazu, um die Wagen aufzunehmen, welche die Kohlen enthalten. Diese Wagen werden nunmehr sowohl unten auf die Plattform als oben von der Plattform geschoben und in solcher Art macht man es möglich, gleichzeitig große Gefäße, die auf Wagen sind, in den Schacht zu fördern und doch das Schwanken und das Anstoßen derselben zu verhindern.

Fig. 1238.



Statt einer solchen Anordnung bedient man sich der Wagen mitunter in anderer Weise, man bringt sie nämlich nicht auf die Plattform, sondern man hängt sie unten an dieselbe. Die Zeichnung giebt uns eine deutliche Ansicht von solcher Veranstaltung, **gh** ist die Plattform, wie wir hier sehen, diagonal gestellt, **gi** und **hk** sind die beiden metallenen Seile, welche in den Winkeln des Schachtes einander gegenüber stehen und durch die Oeffnung **gh** der Plattform gezogen sind, s ist das Seil, an welchem dieselbe hängt und wodurch sie emporgehoben wird, unter ihr befinden sich herabhängende Ketten, in welche man einen Wagen hängt, ein zweiter Wagen wird auf ganz gleiche Weise in die Räder des ersten geschlungen. Diese Wagen sind von starkem Eisenblech, haben sehr große Fallthüren, wodurch sie äußerst leicht zu entladen sind, und sie bieten im Zusammenhang mit der ganzen Anordnung ganz vorzugsweise für Kohlenbergwerke große Vortheile dar.

Bei allen früheren Methoden der Förderung haben wir ein vielmaliges Laden und Umladen bemerkt, dieses fordert immer Zeit, fordert Arbeitskräfte, mithin Geld und es führt noch dazu, den Kohlen einen Theil ihres Werthes zu nehmen, denn sie werden zerbröckelt, man will aber große Stücke haben.

Es ist dies zwar ganz thöricht, denn kein Mensch kann einen centnerschweren kubischen Kohlenkloß auf dem Feuer brauchen und wäre es das allermächtigste, wie es zum Ankerschmieden erforderlich ist, immer müssen die groben Klöße erst zerkleinert werden, bevor man sie verbrennen kann, die kleingeschlagenen Steinkohlen wären mithin werthvoller als die großen, denn bei ihnen ist eine nothwendige Arbeit bereits gethan.

Aber es geht damit genau wie mit dem Brennholz. Die Kohlen werden so gut wie das Klafterholz nach dem Maße verkauft, wer nun aber eine Klafter kleingeschlagenen Holzes kauft und glaubt, er hätte so viel, als wenn er denselben Klafter Raum mit großen Scheiten füllt, der befindet sich in einem großen Irrthum, des kleingeschlagenen Holzes beträgt in demselben Raum nicht die Hälfte als des großen, so auch ist es mit den Kohlen, ein Kloß von 1⅓ Kubikfuß, was gerade der Inhalt eines Scheffels ist, giebt zerschlagen in faustgroße Stücke 3 Scheffel. Bei den Kohlen weiß man das und sucht darum nach großen Stücken oder man bezahlt die kleinen Stücke mit weniger als der Hälfte des Preises für andere. Bei dem Holz scheint den Leuten dies noch nicht einzuleuchten, denn sie geben für eine Klafter kleingeschlagenen Holzes einen Thaler mehr als für das nicht geschlagene und sie schenken dem Holzhändler die volle Hälfte ihres Holzes. Beide Brennstoffe müßten, wenn die Händler redlich sein wollten, nach dem Gewichte verkauft werden, aber wie viele Händler wollen denn redlich sein? sie wollen nur profitiren.

Die Steinkohlen werden am Orte der Gewinnung abgelöst und auf Haufen geworfen. Von diesen Haufen nimmt sie der Hundejunge, um seinen Hund damit zu füllen. Er gelangt damit an den Schacht und leert den Hund in ein Gefäß aus. Die Tonne schwebt zum Schacht hinaus, der Inhalt wird dort in einen Wagen geladen, gelangt nun in das Magazin, wo er endlich wenigstens vorläufig zur Ruhe kommt. Das sind fünfmalige Ladungen und Umladungen mit derselben Kohlenmenge, daß dadurch viel Grus entsteht, ist sehr natürlich.

Kommt dagegen ein eiserner Wagen an den Ort des Aufbruches, so wird er hier mit Steinkohlen gefüllt, gelangt an den Schacht, wird herausgezogen, wird, so wie er da ist, nach dem Magazin gefahren, ausgeleert und kommt dann in den benachbarten Schacht abwärts wieder in das Bergwerk zurück. Hier ist einmaliges Ein- und Ausladen; man sieht, welch' ein bedeutender Vortheil damit verknüpft ist.

Ketten oder Seile.

Die Erfahrung ist die beste Lehrmeisterin, was für einen Zweck tauglich ist, braucht deshalb für den andern Zweck nicht auch tauglich zu sein. Früher hat man von Ankerketten nichts gewußt und hat nur Ankerseile, Ankertaue, sogenannte Kabel angewendet. Jetzt hält man die Kette für das einzig sichere Verankerungsmittel und ist von dem Taue beinahe ganz abgekommen.

Durchaus nicht so, sondern gerade umgekehrt ist es bei den Bergwerken, früher hat man fast nur Ketten angewendet, jetzt ist man so sehr davon zurückgekommen, daß sie nur noch bei horizontalen oder geneigten Strecken zur Förderung benutzt werden, die Erfahrung hat gelehrt, daß ihr Gewicht bei großer Tiefe so sehr überhand nimmt, daß sie dadurch allein ohne angehängte Last zerreißen, die Erfahrung hat gelehrt, daß der Nutzeffekt der Förderungsmittel durch diese Schwere außerordentlich vermindert wird, daß sie ferner nicht im Mindesten sicherer sind als Seile und daß man endlich gar nicht weiß, ob sie schadhaft sind oder nicht. Feuchtigkeit, Staub, Fett von den Maschinen bedeckt sie bald mit einer schwarzen Substanz, welche man Grubenschmandt nennt und welche eine so gleichförmige Schwärze über alle Fehler deckt, daß dieselben durchaus nicht durch das Auge wahrgenommen werden können.

Reißt eine solche Kette, so sind allerdings die beiden Enden noch immer brauchbar und sie können durch einen neuen Ring wieder vereinigt werden, aber dies ist immer Flickwerk, der Ring ist gewöhnlich nicht so gut geschmiedet und geschweißt als die übrigen Ringe, dadurch aber, daß man die beiden nächsten Glieder der Kette mit den zu schweißenden in's Feuer bringen muß, werden diese Glieder selbst geschwächt und die Kette reißt bei der nächsten Gelegenheit hier, falls nicht etwa das neu geschmiedete Glied zerbrochen wird.

Es beschädigt ferner die auf- und abgehende Kette selbst den Grubenausbau und ist dieser von Stein, so schleift die Kette sich daran ab, wird nach und nach immer schwächer und wird, wenn sie auch noch so gut war, doch auf diese Weise endlich ganz zerstört.

Daher ist man von den Ketten ganz abgekommen und ist zu den Seilen übergegangen, dieselben sind entweder rund oder flach und sie werden entweder aus Hanf oder aus Aloëfasern oder endlich aus jener Schilfgattung gemacht, die man sehr fälschlich auch Hanf, nämlich neuseeländischen nennt. Es sind die gewaltig zähen Fasern von Formium tenax, deren

schilfartige Blätter 18 bis 20 Fuß lang werden und deren Fasern gleiche Länge haben, daher zu Seilen ganz unübertrefflich sind.

In der Blattdecke, in der äußeren Umhüllung jener großen Aloë, welche man die hundertjährige nennt, der Agave americana, finden sich 5 bis 6 Fuß lange, äußerst zähe Fasern, welche gleichfalls zu Seilen angewendet werden, in Mittelamerika kennt man gar kein anderes Material hierzu, sie haben die vortreffliche Eigenschaft, welche auch die Fäden des Formium tenax zeigen, durch Wasser, durch Feuchtigkeit nicht zerstört zu werden.

Diese Materialien werden alle in ganz gleicher Weise zu Seilen verwendet, man spinnt zuerst dünne Fäden, das, was der Seiler Bindfaden nennt, man vereinigt zwei, drei oder vier solcher Fäden zu einem sehr dünnen Seil von Federkieldicke, man vereinigt vier solcher Seile zu einer fingerdicken Leine und solcher vier wiederum zu einem Seil, welches nun schon eine schöne Last zu tragen vermag. Nur bei Ankertauen geht man noch um einen Schritt weiter und vereinigt solche Seile zu einem Kabel, bei Seilen für Bergwerke bleibt man in den angegebenen Grenzen, aber man vermehrt, wenn man das Seil stärker haben will, die Zahl der Fäden bei der ersten dünnsten Leine, wodurch natürlich das ganze Seil eine doppelte und dreifache Stärke erhalten kann.

Unsere sämmtlichen Fäden, die daraus gedrehten Seile oder die daraus gewebten Zeuge danken ihre Existenz, ihren Zusammenhang ganz allein der Reibung. Die Fasern des Hanfes sind im günstigsten Falle 5 Fuß lang, die Fasern des Flachses 1 Fuß, doch hat man Seile von 100 und mehr Klafter Länge und Leinwand von 60 Ellen Länge und 2 Ellen Breite. Nimmt man die Reibung weg, so weht der Wind das aufgehängte Stück Leinwand in der Gestalt von Charpie uns nieder, nimmt man die Reibung hinweg, so läßt sich ein Ankertau von 24 Zoll Umfang nicht einmal an einem Ende einen Fuß hoch aufheben, denn wenn man es anfaßt, bleiben die Fasern desselben immer in der Hand.

Da aber die Reibung einen so ungeheuren Widerstand leistet, kann man klafterlange Fäden in 100 klafterlange Seile verwandeln, es kommt nur darauf an, die Drehung zweier Fäden zu einem doppelt dicken bis auf eine solche Höhe zu treiben, daß, wenn man den einen Faden an einem Ende, dann den zweiten Faden am andern Ende faßt, diese beiden Fäden sich durch Ziehen nicht mehr von einander trennen lassen. Man kann den Versuch ganz leicht machen, man darf nur zwei leinene Fäden parallel mit einander legen, Anfangs schwach, dann stärker und immer stärker drehen, so wird man bald wahrnehmen, daß sie, die Anfangs sich ganz leicht aus

einander ziehen ließen, nun einigen Widerstand leisten und zuletzt einen solchen, daß sie eher zerreißen, als an einander vorbei gleiten.

Hierauf beruht die ganze Kunst der Seilerei.

Dieses Drehen verkürzt die Länge des Fadens, das Verdoppeln und Verdreifachen verkürzt die Länge immer mehr, jeder einzelne Faden, jede dünne Leine wird in dem daraus hervorgehenden Seile zu einer Spirale, welche um so vielfacher verschlungen ist, als viel Litzen oder Leinen schließlich das Seil bilden, aber diese Drehung strengt auch wiederum das Seil an indem sie die einzelnen Fäden sehr ungleich spannt, allemal ist jeder einzelne Faden, sowie er an die äußere Peripherie des Seiles kommt, schärfer gespannt, als er es ist, so lange er sich im Kern desselben befindet. Wird nun gar ein solches Seil gebogen, so wird wieder der äußere Theil der Rundung viel stärker angespannt werden, als der an derselben Stelle auf der anderen inneren Seite des nämlichen Seiles. Dies alles hat zur Folge, daß die Kraft eines Seiles nicht im Verhältniß der Zahl seiner einzelnen Fäden wächst. Deshalb geht man ziemlich vorsichtig mit der Drehung um, sucht sie in mäßigen Grenzen zu halten und sucht auch das Ineinanderschlingen der vier Seile, welche ein Tau bilden, so einzurichten, daß die Verkürzung durch das Drehen nicht zu groß werde. Bei scharf gedreheten Seilen hat das ganze Tau nur zwei Drittheile von der ganzen Länge des ersten. Dies ist eine durchaus unnöthige Ueberspannung der Leistungsfähigkeit, man soll es nicht weiter treiben, als bis zur Verkürzung um ein Fünftheil. Diese Seile sind nicht so hart als die andern, aber gerade deshalb um so viel widerstandsfähiger.

Ein neues Seil pflegt sich während der ersten Zeit seines Gebrauches beträchtlich zu strecken, indem seine eigene Schwere und die an dem Seil hängende Last eine starke Spannung hervorrufen, vermöge deren alle Fasern, die an dem äußersten Umfange des Seiles liegen, gedehnt und zerrissen werden. Diese Streckung ist also kein Vortheil, sondern ein großer Nachtheil, das Seil hält dadurch um so viel weniger, als diejenigen zerrissenen Fasern Gewicht zu ihrer Zerreißung gebraucht haben.

Dies sind große Nachtheile, mit denen man zu kämpfen hatte, so lange man sich ausschließlich der runden Seile oder Taue bediente. Die ganze Verkürzung, welche das Seil durch das Drehen der einzelnen Fäden zu Leinen und der Leinen zu Tauen &c. erlitten hat, kann erspart werden, wenn man dieses ganz unterläßt. Die Anstrengung, welche die hervorragenden äußersten Fasern des Seils bei der Streckung desselben erleiden, kann gleichfalls gehindert oder aufgehoben werden, wenn die Dreh[illegible] etwas weiterem, als zu starken Fäden unterlassen wird. Man muß dann diese Fäden parallel neben einander legen, alle auf gleiche Wei[illegible]

schilfartige Blätter 18 bis 20 Fuß lang werden und deren Fasern gleiche Länge haben, daher zu Seilen ganz unübertrefflich sind.

In der Blattdecke, in der äußeren Umhüllung jener großen Aloë, welche man die hundertjährige nennt, der Agave americana, finden sich 5 bis 6 Fuß lange, äußerst zähe Fasern, welche gleichfalls zu Seilen angewendet werden, in Mittelamerika kennt man gar kein anderes Material hierzu, sie haben die vortreffliche Eigenschaft, welche auch die Fäden des Formium tenax zeigen, durch Wasser, durch Feuchtigkeit nicht zerstört zu werden.

Diese Materialien werden alle in ganz gleicher Weise zu Seilen verwendet, man spinnt zuerst dünne Fäden, das, was der Seiler Bindfaden nennt, man vereinigt zwei, drei oder vier solcher Fäden zu einem sehr dünnen Seil von Federkieldicke, man vereinigt vier solcher Seile zu einer fingerdicken Leine und solcher vier wiederum zu einem Seil, welches nun schon eine schöne Last zu tragen vermag. Nur bei Ankertauen geht man noch um einen Schritt weiter und vereinigt solche Seile zu einem Kabel, bei Seilen für Bergwerke bleibt man in den angegebenen Grenzen, aber man vermehrt, wenn man das Seil stärker haben will, die Zahl der Fäden bei der ersten dünnsten Leine, wodurch natürlich das ganze Seil eine doppelte und dreifache Stärke erhalten kann.

Unsere sämmtlichen Fäden, die daraus gedrehten Seile oder die daraus gewebten Zeuge danken ihre Existenz, ihren Zusammenhang ganz allein der Reibung. Die Fasern des Hanfes sind im günstigsten Falle 5 Fuß lang, die Fasern des Flachses 1 Fuß, doch hat man Seile von 100 und mehr Klafter Länge und Leinwand von 60 Ellen Länge und 2 Ellen Breite. Nimmt man die Reibung weg, so weht der Wind das aufgehängte Stück Leinwand in der Gestalt von Charpie uns nieder, nimmt man die Reibung hinweg, so läßt sich ein Ankertau von 24 Zoll Umfang nicht einmal an einem Ende einen Fuß hoch aufheben, denn wenn man es anfaßt, bleiben die Fasern desselben immer in der Hand.

Da aber die Reibung einen so ungeheuren Widerstand leistet, kann man klafterlange Fäden in 100 klafterlange Seile verwandeln, es kommt nur darauf an, die Drehung zweier Fäden zu einem doppelt dicken bis auf eine solche Höhe zu treiben, daß, wenn man den einen Faden an einem Ende, dann den zweiten Faden am andern Ende faßt, diese beiden Fäden sich durch Ziehen nicht mehr von einander trennen lassen. Man kann den Versuch ganz leicht machen, man darf nur zwei leinene Fäden parallel mit einander legen, Anfangs schwach, dann stärker und immer stärker drehen, so wird man bald wahrnehmen, daß sie, die Anfangs sich ganz leicht aus

einander ziehen ließen, nun einigen Widerstand leisten und zuletzt einen solchen, daß sie eher zerreißen, als an einander vorbei gleiten.

Hierauf beruht die ganze Kunst der Seilerei.

Dieses Drehen verkürzt die Länge des Fadens, das Verdoppeln und Verdreifachen verkürzt die Länge immer mehr, jeder einzelne Faden, jede dünne Leine wird in dem daraus hervorgehenden Seile zu einer Spirale, welche um so vielfacher verschlungen ist, als viel Litzen oder Leinen schließlich das Seil bilden, aber diese Drehung strengt auch wiederum das Seil an, indem sie die einzelnen Fäden sehr ungleich spannt, allemal ist jeder einzelne Faden, sowie er an die äußere Peripherie des Seiles kommt, schärfer gespannt, als er es ist, so lange er sich im Kern desselben befindet. Wird nun gar ein solches Seil gebogen, so wird wieder der äußere Theil der Rundung viel stärker angespannt werden, als der an derselben Stelle an der anderen inneren Seite des nämlichen Seiles. Dies alles hat zur Folge, daß die Kraft eines Seiles nicht im Verhältniß der Zahl seiner einzelnen Fäden wächst. Deshalb geht man ziemlich vorsichtig mit der Drehung um, sucht sie in mäßigen Grenzen zu halten und sucht auch das Ineinanderschlingen der vier Seile, welche ein Tau bilden, so einzurichten, daß die Verkürzung durch das Drehen nicht zu groß werde. Bei scharf gedreheten Seilen hat das ganze Tau nur zwei Drittheile von der ganzen Länge des ersten. Dies ist eine durchaus unnöthige Ueberspannung der Leistungsfähigkeit, man soll es nicht weiter treiben, als bis zur Verkürzung um ein Fünftheil. Diese Seile sind nicht so hart als die andern, aber gerade deshalb um so viel widerstandsfähiger.

Ein neues Seil pflegt sich während der ersten Zeit seines Gebrauches beträchtlich zu strecken, indem seine eigene Schwere und die an dem Seil hängende Last eine starke Spannung hervorrufen, vermöge deren alle Fasern, die an dem äußersten Umfange des Seiles liegen, gedehnt und zerrissen werden. Diese Streckung ist also kein Vortheil, sondern ein großer Nachtheil, das Seil hält dadurch um so viel weniger, als diejenigen zerrissenen Fasern Gewicht zu ihrer Zerreißung gebraucht haben.

Dies sind große Nachtheile, mit denen man zu kämpfen hatte, so lange man sich ausschließlich der runden Seile oder Taue bediente. Die ganze Verkürzung, welche das Seil durch das Drehen der einzelnen Fäden zu Leinen und der Leinen zu Tauen 2c. erlitten hat, kann erspart werden, wenn man dieses ganz unterläßt. Die Anstrengung, welche die hervorragenden äußersten Fasern des Seils bei der Streckung desselben erleiden, kann gleichfalls gehindert oder aufgehoben werden, wenn die Drehung zu etwas weiterem, als zu starken Fäden unterlassen wird. Man muß alle Fäden parallel neben einander legen, alle auf gleiche Weise

spannen und in diesem Zustande erhalten, ohne sie durch Drehen zu vereinigen.

Dies geschieht dadurch, daß man aus den einzelnen dünnen Schnüren durch Einschuß anderer ein Band von einer gewissen Breite webt, solch' ein Band nennt man einen Gurt und die Gurte, welche weniger kosten als die Seile und mehr aushalten als diese, sind es, die jetzt fast überall in den Bergwerken die Seile verdrängen und sich an ihre Stelle setzen.

Die Gurte, welche man statt der Seile anwendet, sind nun allerdings von etwas anderer Art, als diejenigen, welche der Tapezierer zum Benageln eines Bettes oder eines Sophas benutzt, doch im Ganzen ist eine große Aehnlichkeit nicht zu verkennen. Die Breitseile werden in der Regel 4 Zoll breit und ½ Zoll bis ¾ Zoll dick gemacht. Die Seile haben die Dicke derjenigen Schnüre oder Leinen, aus denen sie gefertigt sind, denn es liegen nirgends mehrere Leinen auf einander, sie liegen sämmtlich, so viele das Seil bilden mögen, neben einander.

Bei unsern Gurten, wie sie zu Sophas gebraucht werden, spannt man die Zahl der Fäden, aus denen sie bestehen sollen, auf einer Art Webstuhl auf und nun bringt man den Einschlag zwischen die Fäden, so daß immer ein Faden unter und einer über dem Einschlag liegt. Es verwechselt sich nunmehr durch die Maschinerie des Webstuhls die Lage dieser Fäden, was vorher unten war, kommt jetzt nach oben, der Einschlag geht wieder zwischen den Fäden hindurch und so fährt man fort, bis das ganze Band fertig. Aber dieser Gurt ist auch wieder den Anforderungen nicht gehörig entsprechend, denn seine sämmtlichen Fäden laufen nicht gerade neben einander, sondern sie werden durch den Einschlag gezwungen, bei jeder kürzesten Entfernung auf- und abzusteigen, jeder Faden bildet mithin eine immerfort wellenförmig laufende, unzählige Male gekrümmte Linie.

Nicht so sind die Gurte für den Bergbau beschaffen. Man läßt sich Seile von der Dicke eines schwachen kleinen Fingers, d. h. also von einem halben Zoll Durchmesser, drehen, doch nur so schwach, daß sie nicht die gewöhnliche Knochenhärte haben, welche man in der Regel am Seile findet und welche gerade zur Zerstörung desselben führet, sondern man giebt ihnen nur so viel Drehung, daß man mit einer starken Nähnadel bequem hindurchstechen kann.

Solche weiche Seile werden parallel neben einander gelegt und nun werden sie durch Fäden mit einander verbunden, man sticht mit zwei Nadeln von den verschiedenen Seiten des Bandes her durch alle 10 oder 12 Seile hindurch und zieht auf diese Art mittelst des Oehres der Nadeln zwei Fäden quer durch alle Seile. Die Fäden sind gewöhnlich zehn- bis

zwölffach genommen, aber nicht gedreht, auf diese Weise liegen 20 bis 24 Fäden in der von beiden Nadeln gemachten Oeffnung.

Die Nadeln werden nun jede an ihrer Seite wieder durch die sämmtlichen Seile gesteckt und so geht es fort von Viertelzoll zu Viertelzoll, bis der ganze Gurt auf die eben gedachte Art vereinigt worden ist.

Das lockere Drehen erleichtert das Hindurchgehen der Nadeln sehr und es hat auch zur Folge, daß, da kein Drängen stattfindet, auch keine Zerreißung von Fasern die Seile schwächt, ein Seil aus 12 Leinen trägt 12 Mal so viel als jede einzelne Leine, man kann dieses Bandseil mithin so stark belasten, als wenn man die einzelnen Seile anwendete, das ist gar nicht möglich mit gedreheten Tauen, diese tragen in der Regel nicht mehr als den dritten Theil dessen, was die einzelnen Leinen in Summa getragen haben würden, direkte Versuche haben gelehrt, daß ein Seil von 2¼ Zoll Breite und ⅜ Zoll Dicke aus 6 Leinen bestehend 16,000 Pfund trug, bevor es zerriß, dagegen ein rundes Seil von demselben Gewicht, also von gleich viel Masse, nur 5000 Pfund trug. Dies sind Vortheile so überwiegend auf Seiten der Flachseile, daß bei neuen Anlagen man fast immer diese anwendet. Sie werden natürlich nicht durch die Bergleute, sondern durch die Seiler selbst zusammengenäht, aber man kann alsbald erkennen, ob der Mann sein Gewerbe in dieser Hinsicht versteht, denn es ist von größter Wichtigkeit, daß diese flachen Seile sich selbst beim Hängen nicht um ihre Längenaxe drehen, was sie sofort thun, wenn sie nicht richtig zusammengesetzt sind. Das Geheimniß dieser Zusammensetzung besteht darin, daß man gleich viel rechts und gleich viel links gedrehte Seile anwendet. Nimmt man Seile alle von gleicher Drehung, so bildet das Band beim Herabsinken, beim Freihängen, ob belastet oder nicht, eine langgestreckte Spirale und es bekommt die Neigung, sich zu einem runden Seil zu gestalten, dieses wird dadurch verhindert, daß die Anzahl der Seile immer gerade und daß immer eine rechts gedrehte Leine an eine links gedrehte zu liegen kommt, so gewebte Gurte sind augenblicklich durch das äußere Ansehen zu erkennen. Je zwei und zwei solcher neben einander liegender Leinen richten die Einschnitte ihrer Drehung gegen einander, so daß sich immer spitz zusammenlaufende Linien bilden. Haben die Leinen gleiche Drehung, so laufen die schräg in dieselben gehenden Linien der Drehungen sämmtlich mit einander parallel (nicht nur die Linien unter sich, sondern die Linien eines Seiles sind parallel den Linien des andern Seiles).

Die Dauer der Seile hängt von so vielen Umständen ab, daß es schwer ist, etwas Bestimmtes darüber zu sagen, sie hängt von der guten Beschaffenheit, von der Güte der Materialien, von der Länge ab, ferner von dem mehr oder minder häufigen Gebrauch den man davon macht und

von der Belastung, welche man ihnen giebt, aber nun kommt noch die Beschaffenheit der Luft dazu. Ob in den Schacht, in welchem sie laufen, gesunde Luft aus der Atmosphäre einströmt, oder ob die verdorbene, mit Säuren und schädlichen Gasarten beladene aus demselben ausströmt, ob die Luft trocken oder mit Feuchtigkeit beladen ist, ob die Seile durch die Grubenwasser naß werden, oder ob sie gar bald naß, bald trocken sind, dieses alles wirkt auf die Dauer der Leistungsfähigkeit der Seile ein. Wenn man daher nur annäherungsweise sagen kann, runde, nicht starke Seile dauern 4 bis 6 Monate, dicke 6 bis 9 Monate, so kann man dafür desto besser die Dauer der runden und der flachen Seile vergleichen. Bandseile von der angegebenen Stärke gehen unter ungünstigen Umständen drei Jahre, in trockenen Schachten mit gehörig wechselndem Wetter sogar fünf Jahre. Dieses zeigt eine solche Ueberlegenheit der bandförmigen über die runden Seile, daß man kaum begreift, wie noch irgend wo andere als solche angewendet werden, es ist nur dadurch zu erklären, daß die Leute zu indolent, zu träg sind, denn allerdings kann ein flaches Seil nicht auf dieselbe Weise gehandhabt werden, als ein rundes, eine kleine Veränderung in der Maschinerie ist nothwendig und es mag wohl sein, daß gerade diese Veränderung dasjenige ist, weshalb man den Gebrauch dieser flachen Seile unterläßt.

Die Bandseile haben noch den Vortheil, daß sich ihre Güte, ihre innere Beschaffenheit viel besser beurtheilen, ja daß sie sich untersuchen läßt, man kann sehen, ob die regelmäßige Drehung der Leinen die möglichst geringste ist, ob die einzelnen Leinen alle gleich lang sind, wodurch allein es möglich ist, daß sich die Last auf alle gleichmäßig vertheile. Man muß sehen können, daß die doppelten Nähte in gehöriger Entfernung von einander und mit guten, kräftigen Fäden gemacht sind, beim Ausspannen müssen alle Leinen gleich stramm stehen, nirgends darf sich ein Buckel zeigen, was sogleich verrathen würde, daß eine der Leinen nicht gleiche Spannung mit den übrigen hat, also nicht gleichzeitig mit ihnen tragen würde. Immer wird man auch ein breiteres und minder dickes Seil einem solchen vorziehen, das aus weniger Leinen, aber aus dickeren gemacht ist.

Die wesentlichste Ursache der Verderbniß, welcher die Seile schnell unterliegen, ist die Feuchtigkeit, die Nässe, abgesehen noch von dem aus der Feuchtigkeit hervorgehenden Moder, Trockenmoder, welcher die Folge einer Vegetation, einer Pilzbildung ist.

Um die Seile gegen die Feuchtigkeit zu schützen, pflegt man dieselben zu theeren, und es ist keine Frage, daß ein sorgfältig getheertes Seil wenigstens doppelt so lange hält, als ein nicht getheertes. Sonderbar aber ist, daß der Theer dem Seile einen guten Theil seiner Tragfähigkeit nimmt,

daß diese Jahre lang so viel tausend Mal wiederholten Biegungen
dazu führen, eine oder die andere Stelle so schadhaft zu machen,
bei der nächsten Gelegenheit reißt.

Man ist auch von diesem Gesichtspunkte ausgehend dahin gela
Drahtseile aus schwächerem Draht und aus mehr Litzen oder Lei
fertigen, um die Schädlichkeit der Biegungen dadurch zu vermindern
man hat gefunden, daß die aus vielen Drähten mit sehr schwacher Di
gefertigten Seile die haltbarsten sind und man hat auch im Westphäl
namentlich bei Förderung von Steinkohlen, Stahldraht angewendet
des Eisens und gefunden, daß dieser ein noch bei weitem besseres R
liefert, wenngleich der Preis, wie wohl begreiflich, ein höherer ist
scheint, als ob man bis jetzt in diesen Gegenden davon noch nicht
gangen sei, aber man ist noch weiter in der Verwendung des Drah
Triebwerken geschritten, man hat nämlich auch Bandseile von Dra
fertigt, d. h. man hat eine beliebige Quantität dünner Seile nicht
mittelst der Drehung zu einem runden Tau, sondern vermittelst
dünnen Drahtes zu einem breiten Bande vereinigt. In dem Wurm-
wurden diese zuerst angewendet, man vereinigte sechs dünne Rundseil
mittelst durchgezogenen Drahtes zu Bändern, setzte zwei solcher Ba
in Gebrauch und fand, daß, nachdem sie 1 Million Pfund, d. h.
Centnern berechnet 10,000 Centner gefördert hatten, also den Weg
stens 5000 Mal auf und eben so oft hinab gemacht hatten —
immer schon etwas sagen will, noch so gut, wie neu waren, durchaus
Abnutzung, keine verdorbenen Stellen zeigten. Dies ist ein sehr
Zeugniß für dieselben.

Das Verbinden der verschiedenen Stränge macht einige Schw
keiten. Man hat versucht, diese Verbindung dadurch herzustellen, daß
den dünnen Draht genau so als Einschlag verwendet, wie man es b
Gurten der Seiler thut, allein dadurch entstehen so viel kleine, un
mäßige, querüber laufende Erhöhungen, als querlaufende Drahtlinien
handen sind. Das Seil, welches auf einer harten Unterlage ruh
durch die daran hängende Last stark zusammengedrückt wird, erleidet
an diesen Querlinien viel leichter Verletzungen als bei einer anderen
einigungsmethode geschehen würde. Das Verbinden der Drahtseile
Hanf etwa in Form flacher Schnüre ist nicht anwendbar, indem
Schnüre durch den Druck der Seile durchschnitten werden, so ist man
zu dem zurückgekehrt, wovon man eigentlich hätte ausgehen sollen,
vereinigt die verschiedenen Seile genau auf dieselbe Art, wie man e
Hanfseilen macht, man zieht nämlich durch die neben einander
gleichfalls abwechselnd rechts und links gedrehten Seile nich

Wird ein Seil aus vier Leinen von derjenigen Dicke, welche hier als Einheit angenommen worden ist, zusammengedreht, so trägt es nunmehr nicht 4 Mal so viel, sondern nur 3 Mal so viel, seine Tragfähigkeit wäre demnach circa 10,000 Pfund und man dürfte es, um sicher zu gehen, nicht mit mehr als 1800 Pfund beschweren, wobei nicht zu vergessen ist, daß das Gewicht des Seiles immer mit in dieser Last begriffen ist, daß mithin, wenn das Seil 200 Pfund wiegt, diese 2 Centner von den 1800 Pfund abgezogen werden müssen.

Ueber die Drahtseile ist so viel hin und her gestritten worden, daß es wohl der Mühe lohnt, ein paar Worte darüber zu sagen. In deutschen Bergwerksbezirken werden sie sehr häufig angewendet, es muß doch also einiges Gute daran sein. Auf dem Harz macht man die Drahtseile aus zwölf Drähten, welche einzeln die Dicke von $\frac{1}{4}$ Zoll haben, zu vieren in eine Leine und dann zu dreien in ein Seil gedreht werden. Drei Leinen jede von vier Drähten bilden das Rundseil und ein solches Seil vermag 12,000 Pfund zu tragen, sie werden aber in der Regel nicht mit mehr als dem zehnten Theil dieses Gewichts belastet, sie erhalten einen Ueberzug von Talg, Harz und Oel zusammengeschmolzen, wodurch sie ziemlich widerstandsfähig gegen die Nässe werden.

Ein bedeutender Vorzug der Drahtseile gegen die von Hanf liegt in ihrer viel größeren Wohlfeilheit, sie können lange Zeit benutzt werden, ohne Beschädigungen zu zeigen, dennoch ist auf allen preußischen Bergwerken, wo man sich der Drahtseile zur Förderung der Mineralien bedient, es durch strenge Gesetze und bei nicht ganz gelinder Strafe verboten, mittelst Drahtseilen das Bergwerk zu befahren. Der Bergmann darf nicht in den leeren Kübel, um mit demselben hinab zu gehen in das Bergwerk, selbst wenn der nämliche Kübel unmittelbar vorher 10 Centner gefördert hat. Es liegt nämlich die sehr bemerkenswerthe Erfahrung vor, daß diese Drahtseile ganz plötzlich ohne ein vorheriges Anzeichen von Schadhaftigkeit reißen, als wären sie mit einem Messer durchschnitten worden.

Vielleicht liegt der Grund in der nothwendig wiederholten und immer wiederkehrenden Biegung, ein Draht, welcher von Stricknadeldicke und sonst ganz weich, 20 Mal hin und her gebogen wird, bricht gewiß. Nun kann man allerdings sagen, die Biegung, welche der Draht zwischen den Fingern erhält (es wird übrigens dabei keineswegs ein Umknicken, sondern nur ein mäßiges Krumbiegen vorausgesetzt), sei eine ganz andere als diejenige, der das Drahtseil bei dem Haspel oder Göpel ausgesetzt ist.

Dies ist allerdings wahr, aber die Biegung des Drahtseiles, wie viel geringer sie immer sei, wird nicht zwanzig Mal, sondern während jeden Tages tausende von Malen wiederholt, wie kann man sich da wundern,

daß diese Jahre lang so viel tausend Mal wiederholten Biegungen endlich dazu führen, eine oder die andere Stelle so schadhaft zu machen, daß sie bei der nächsten Gelegenheit reißt.

Man ist auch von diesem Gesichtspunkte ausgehend dahin gelangt, die Drahtseile aus schwächerem Draht und aus mehr Litzen oder Leinen zu fertigen, um die Schädlichkeit der Biegungen dadurch zu vermindern, und man hat gefunden, daß die aus vielen Drähten mit sehr schwacher Drehung gefertigten Seile die haltbarsten sind und man hat auch im Westphälischen, namentlich bei Förderung von Steinkohlen, Stahldraht angewendet statt des Eisens und gefunden, daß dieser ein noch bei weitem besseres Resultat liefert, wenngleich der Preis, wie wohl begreiflich, ein höherer ist. Es scheint, als ob man bis jetzt in diesen Gegenden davon noch nicht abgegangen sei, aber man ist noch weiter in der Verwendung des Drahtes zu Triebwerken geschritten, man hat nämlich auch Bandseile von Draht gefertigt, d. h. man hat eine beliebige Quantität dünner Seile nicht vermittelst der Drehung zu einem runden Tau, sondern vermittelst eines dünnen Drahtes zu einem breiten Bande vereinigt. In dem Wurm-Revier wurden diese zuerst angewendet, man vereinigte sechs dünne Rundseile vermittelst durchgezogenen Drahtes zu Bändern, setzte zwei solcher Bandseile in Gebrauch und fand, daß, nachdem sie 1 Million Pfund, d. h. nach Centnern berechnet 10,000 Centner gefördert hatten, also den Weg wenigstens 5000 Mal auf und eben so oft hinab gemacht hatten — was immer schon etwas sagen will, noch so gut, wie neu waren, durchaus keine Abnutzung, keine verdorbenen Stellen zeigten. Dies ist ein sehr gutes Zeugniß für dieselben.

Das Verbinden der verschiedenen Stränge macht einige Schwierigkeiten. Man hat versucht, diese Verbindung dadurch herzustellen, daß man den dünnen Draht genau so als Einschlag verwendet, wie man es bei den Gurten der Seiler thut, allein dadurch entstehen so viel kleine, unregelmäßige, querüber laufende Erhöhungen, als querlaufende Drahtlinien vorhanden sind. Das Seil, welches auf einer harten Unterlage ruht und durch die daran hängende Last stark zusammengedrückt wird, erleidet hier an diesen Querlinien viel leichter Verletzungen als bei einer anderen Vereinigungsmethode geschehen würde. Das Verbinden der Drahtseile durch Hanf etwa in Form flacher Schnüre ist nicht anwendbar, indem diese Schnüre durch den Druck der Seile durchschnitten werden, so ist man dann zu dem zurückgekehrt, wovon man eigentlich hätte ausgehen sollen, man vereinigt die verschiedenen Seile genau auf dieselbe Art, wie man es mit den Hanfseilen macht, man zieht nämlich durch die neben einander liegenden gleichfalls abwechselnd rechts und links gedrehten Seile nicht [illegible]

Webelinien, sondern man durchsticht sie durch Drahtstifte, welche, wie begreiflich, nicht so nahe bei einander liegen, als die verbindenden Schnüre der Hanfgurte, sondern um 6 bis 7 Zoll von einander entfernt stehen. Auf der Grube bei Essen hat man solche Seile aus 6 Strängen zusammengenietet, welche ⅝ Zoll Stärke und 3½ Zoll Breite haben und sich bis dahin ganz vortrefflich bewährten, ihre Dauer ist zwar erst 4½ Jahr, auf einigen anderen Gruben 1 Jahr und 2 Jahr, man kann daher noch nicht vollständige Aufschlüsse fordern über ihre Haltbarkeit, denn daß ein Seil nach 2 Jahren noch nicht gerissen ist, beweist keineswegs, daß es 4 oder 5 Jahre halten werde — 3½ Jahr würde schon eher etwas bedeuten. Faßt man diesen Punkt in's Auge, bedenkt man ferner, daß sie ungefähr halb so viel wiegen als gleich starke Hanfseile und daß sie noch nicht halb so viel kosten, so steht sichtlich der Vortheil des Gebrauchs auf ihrer Seite, denn man kann mit ihnen größere Lasten fördern (nämlich so viel mehr als sie selbst wiegen) oder man kann in viel größere Tiefen mit ihnen gehen oder man kann endlich die Stärke der Maschinen in dem Grade vermindern als sie weniger wiegen, wie die Hänfseile. Etwas aber machen sie jedenfalls nöthig, nämlich Leitungen der Fördergefäße innerhalb des Schachtes.

Es ist zwar immer gut, wenn solche Leitungen vorhanden sind, denn dieselben verhindern die Abnutzung sowohl der Fördergefäße als der Schachtwandungen als sie auch zur Erhaltung der Förderseile beitragen, nirgends aber findet man gerade dieses letztere in auffallenderem Maße als bei den Drahtseilen, dieselben sind nämlich nicht elastisch oder da dieses für den Begriff, den der Physiker mit dem Worte Elasticität verbindet, zu viel gesagt wäre — sie sind nicht elastisch genug. Wenn nun die geförderten Gefäße ohne Leitungen auf- und abgehen und an die Wände des Schachtes oder an einander selbst stoßen, so werden die Drahtseile dadurch so heftig erschüttert, daß ihre Haltbarkeit bedeutend beeinträchtigt wird. Es kann dieses in solchem Grade geschehen, daß selbst bei einem neuen Seile Gefahr aus dem Gebrauch erwächst. So war es z. B. in einer Kohlengrube bei Monts. Man mußte ein ganz neues Drahtseil nach kaum achttägigem Gebrauch durch ein Hanfseil ersetzen, weil ein Bruch zu befürchten war; als man späterhin daselbst Leitungen anbrachte, hörten diese Stöße auf, und obschon das eben angewendete Seil nicht ferner gebraucht wurde, weil man glaubte, seiner Haltbarkeit nicht trauen zu dürfen, so wurden doch die neuen Seile ohne irgend welchen Schaden zu erleiden gebraucht.

Die oben bemerkte üble Eigenschaft der Drahtseile, ohne äußere Veranlassung plötzlich zu reißen, hat ihnen einen großen Theil ihres Kredits genommen, in Preußen, wo man die Trefflichkeit derselben in anderer Hinsicht wohl zu würdigen weiß, ist es doch, wie bereits bemerkt, bei

Strafe verboten, an Drahtseilen die Schachte zu befahren, in Frankreich, wo die Drahtseile ohne alle Vorsicht angewendet werden und dergleichen Gesetze nicht bestehen, hat man der Unglücksfälle sehr viele zu beklagen und das kommt hauptsächlich daher, daß man die Haspel oder Trommeln, welche für Hanfseile angewendet worden, ohne irgend eine Veränderung auch für Drahtseile benutzt. Jedenfalls ist dieses darum so thöricht, weil der Techniker wohl einsehen, wohl wissen muß, daß Metall nicht solche Biegung und dieselbe nicht so oft erträgt, als die Pflanzenfaser, daß also, wenn ein Haspel von einem Fuß Durchmesser für ein Hanfseil genügend groß ist, dieses doch für ein Drahtseil keinesweges der Fall sein wird. In Preußen und in England macht man die Trommeln der Drahtseile nie unter 4 Fuß Halbmesser, häufig werden sie noch größer gemacht. Ein Kraftverlust tritt dabei nicht ein, denn je größer die Trommel ist, desto langsamer darf die Bewegung derselben sein, um gleich viel zu fördern, nehmen wir an, der Hub eines Haspels sei 3 Fuß in einer Sekunde, so wird er dabei einmal umgedreht werden müssen. Soll eine Scheibe von 10 Fuß Durchmesser dasselbe bewerkstelligen, so wird man sie nur um $\frac{1}{10}$ ihrer Peripherie umzudrehen brauchen. Wollte man sie während einer Sekunde einmal um ihre Axe drehen, wie man den Haspel drehen muß, wenn 3 Fuß Seil aufgewunden werden soll, so würde man nicht 3 Fuß, sondern 33 Fuß aufwickeln, man sieht, das Verhältniß von Kraft und Leistung ist ganz dasselbe in beiden Fällen, es wird so viel Kraft verbraucht, um die Trommel einmal umzudrehen, wie verbraucht wird, um den Haspel 10 Mal umzudrehen, und die Leistungen beider sind in beiden Fällen gleich.

Ist nun aber eine Umwickelung um eine 1 Fuß starke Axe beim Drahtseil einem Einknicken nahezu vergleichbar, so ist eine Biegung um eine 10 Fuß große Trommel immer nichts weiter als eine mäßige Biegung.

Dazu werden in unsern Bergwerksbezirken immer Leitungen angebracht, welche das Anschlagen und folglich das vielfältige Erschüttern der Drahtseile verhindern. Endlich ersetzt man mit großem Vortheil die mangelnde Elasticität durch Federn, welche an dem untern Ende des Drahtseils angebracht werden.

Die Feder ist eingerichtet, wie wir in der nachstehenden Figur 1289 sehen, durch sie hindurch geht ein Stiel, welcher unten eine Platte trägt von dem Umfang der Spiralfeder. Dieser Stiel, ein Eisenstab, hat oben einen Ring, an welchem das Drahtseil befestigt ist. Auf dem oberen Theil der Feder ruht die Last. Um dieses zu bewerkstelligen, ist die ganze Feder auswendig von einem Cylinder umgeben, natürlich von Eisen, [illegible] durch einen Deckel geschlossen und dieser Deckel ist es, welcher die Feder drückt. An den Cylinder wird nun die Last angehängt,

daß dieses ganz einfach dadurch geschieht, daß man diesen Cylinder unten mit einem Haken versieht, an dem das Gewicht hängen kann. Der obere Verschluß des Cylinders hat eine Oeffnung, durch welche der Eisenstab, der durch die Feder geht, frei seine Bewegungen machen kann.

Fig. 1239.



Es versteht sich von selbst, daß diese hier eingeschlossene Feder der Last angemessen sein müsse, welche sie tragen soll. Ihre Stärke wird mithin eine andere sein müssen, wenn man an das Band- oder Rundseil eine Last von 10 Centnern, als wenn man daran eine Last von 50 Centnern hängen will, in beiden Fällen muß der Widerstand der Feder so groß sein, daß sie noch nicht zur Hälfte verkürzt wird. Ist die Feder so schwach, daß sie von der Last ganz zusammengedrückt wird, so ist der Erfolg natürlich derselbe, als ob man die Last unmittelbar an dem Seil angebracht hätte, die Elasticität ist erschöpft, die Ringe der Feder drücken auf einander und der erlittene Stoß setzt sich in dem Drahtseil auf das Empfindlichste fort.

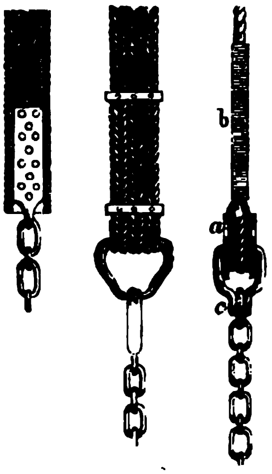
Etwas sehr Wichtiges ist die Verbindung des untersten Seilendes mit dem Haken oder Träger. Hat man ein dünnes Seil, hat man eine Schnur zu behandeln, so schlingt man einen Knoten hinein und hängt den Haken in die dadurch entstandene Schleife, die Reibung welche die Enden der Schnur in dem Knoten zu erleiden haben, ist so groß daß von einer Auflösung keine Rede ist, daß es aber nur die Reibung sei, geht daraus hervor, daß derselbe Knoten sich auflöst durch bloßes Ziehen, wenn man den Theil der Schnur, woraus er gebildet ist, an sich glatt macht und diese Glätte durch starkes Einreiben mit Seife vermehrt.

Ein solcher Knoten läßt sich aber aus einem Seil, welches 4 Zoll Umfang hat, schon nicht mehr schlingen, viel weniger aus einem Drahtseil oder aus einem bandförmigen Seil, die Verbindung muß also eine andere sein.

Gewöhnlich haben die Fördergefäße 3 oder 4 Haken, in welche man Ketten hängt, die alle 3 oder 4 in einem Ringe vereinigt sind. Dieser Ring soll nun mit dem Seil fest verbunden werden, wir sehen in der umstehenden Figur 1240 das Ende eines runden sowohl als eines Bandseils gefaßt, der Haken in dem die Kette hängt, läuft in zwei bandförmige Blechtafeln aus welche nahezu die Breite des Seils haben, diese beiden Tafeln, die mit dem Ringe oder Haken ein Stück ausmachen, sind bei einem runden Seil in einer Linie 5 Mal durchbohrt, bei einem breiten Seil 9 bis 10 Mal, durch die beiden einander gegenüberstehenden Oeffnungen und das Seil werden Schrauben gesteckt, welche durch Muttern angezogen, das Seil oder das Band stark zwischen sich zusammenpressen,

so wird durch Druck und dadurch, daß das Ende des Seils selbst durchbohrt ist, eine Befestigung der Hängekette hervorgebracht, stark genug, um die Last daran zu tragen.

Fig. 1240. Fig. 1241. Fig. 1242.



Da es aber vorgekommen ist, daß die Seile sich gelöst haben und ein Ausgleiten der Fassung von dem Seil stattgefunden hat, so macht man die Befestigung jetzt gewöhnlich etwas anderer Art (Fig. 1241). Bei einem runden Seil wird ein runder Ring, bei einem breiten wird ein angemessen breiter und oben ganz flacher Ring angewendet, um den sich Seil oder Band einmal schlingt, so daß das hindurchgezogene Ende parallel mit dem Seil an diesem wieder heraufgeht.

An zwei verschiedenen Stellen wird das Seil so verklammert, daß zwei eiserne Leisten es fassen und Schrauben, die hindurchgezogen werden, die beiden einander gegenüber stehenden Leisten dergestalt gegen einander drücken, daß eine Verschiebung der Seilenden nicht mehr möglich ist.

Wir sehen hier sowohl bei dem Bandseil als bei dem runden Seil, daß diese Befestigungsart zweckmäßiger ist als die vorige, indem sie ein Abgleiten unmöglich macht. Zwar wird das Seil in einen kurz gedrückten Ring gebogen, aber nur einmal für seine ganze Lebensdauer und es kommt aus dieser Lage nie wieder heraus, die einmal so gebogenen Fasern werden mithin nicht gezerrt und wieder verschoben, sondern sie behalten die ihnen gegebene Lage unverrückt fest.

Noch eine andere sehr vernünftige Befestigungsmethode ist die in Figur 1242 angegebene. a zeigt uns einen geschmiedeten eisernen Ring mit einer starken Hohlkehle, tief genug, um das ganze Seil zu bergen, und breit genug, um eine dreimalige Umschlingung zu gestatten. Das überflüssige Ende wird hier mit dem Hauptseil nicht durch Stifte und Bolzen verbunden, sondern es wird eine Schnur oder ein Draht (je nachdem das Seil von Hanf oder von Metall ist) darum gewunden, so daß eine Lage der Schnur die andere unmittelbar berührt. Diese Vereinigung gewährt eine große Sicherheit, ohne daß durch die Stifte, welche etwa hindurch gehen, eine Verletzung des Seils eintreten könnte.

Die Leitrolle, über welche die Seile laufen, macht man so [illegible]
möglich. Die nachstehende Figur 1243 zeigt uns eine [illegible]
zugleich die Förderungsart der Mineralien aus einem [illegible]

oben wahrnehmen, ist ein Theil der Zimmerung, er trägt eine Rolle hier von etwa 6 Fuß Durchmesser, was jedoch nur der Raumersparniß wegen so in der Zeichnung gegeben, in der That werden diese Rollen in neuerer Zeit nicht unter 10 Fuß, häufig aber noch über 12 Fuß im Durchmesser gemacht. Je größer sie sind, desto leichter wird die Bewegung und desto weniger wird das Seil angegriffen. Der Zweck unserer Figur wäre mit der Andeutung der Leitung des Seils erschöpft, wenn sie nicht noch in dem Uebrigen eine ganz interessante Förderungsart von Erzen ohne alle Maschinerie zeigen könnte.

Fig. 1243.



Ueberall bei Bewegung von Maschinen handelt es sich um beste Benutzung der Kräfte, welche ein Mensch auszuüben vermag, daß er seinen Körper trägt, bewegt, hebt, ist auch eine Ausübung seiner Kraft und sie ist diejenige, welche ihm am Angemessensten ist, denn die Muskeln seiner Beine sind zu nichts weiter bestimmt, als um den Körper zu tragen, es ist nicht vorhergesehen worden, daß der Mensch einmal gebraucht werden wird, um in Bergwerken große Lasten zu fördern. Nach dieser Einrichtung wird ein Mensch den stärksten Kraftaufwand ausüben, wenn er eine Zeit lang steigt, z. B. die Treppe eines Hauses hinauf, dann eine gleiche Zeit lang ausruht und nun wieder weiter steigt ꝛc. Man hat gefunden, daß er auf diese Weise in einer Zeit von 8 Stunden 560,000 Pfund zu heben vermag, nämlich seinen Körper als die Last gerechnet, die zu heben ist. Spannt man denselben Menschen an einen Haspel oder ladet

man 50 Pfund auf seine Schultern, so vermag er nur 344,000 Pfund (wohl verstanden seinen Körper mit eingerechnet) zu beschaffen, soll er aber den Bären einer Ramme heben, so wird er höchstens 200,000 Pfund in derselben Zeit zu heben vermögen.

Auf diese Beobachtung gestützt, hat man in mehreren Bergwerken die Kraft des Menschen lediglich dazu benutzt, um eine Leiter empor zu steigen, leer, unbelastet, dann bedient man sich seines Gewichts, um eine ihm beinahe gleiche Last emporzuziehen, während er auf einem Schemel sitzt und ruhig zusieht, welchen Effekt er hervorbringt.

Dieses stellt unsere Zeichnung dar. Wir sehen die zwei Abtheilungen eines Schachtes mit Leitungen versehen, in welchen kleine Plattformen an eisernen Bügeln hängend emporgezogen werden können, wir sehen auf einer Seite eine Karre mit Erz gefüllt, im Begriff, emporzusteigen, wir sehen auf der andern Seite einen Arbeiter auf der leeren Karre sitzend, durch sein Gewicht den gefüllten Karren emporhebend. Der Mensch steigt nunmehr die Leiter hinauf (das ist seine Arbeit), er hebt seinen Körper so und so viel hundert Fuß in so und so viel Minuten. Während er diese Arbeit vollbringt, nimmt man den leeren Karren von der Plattform weg und setzt einen gefüllten darauf, so wie man in der nämlichen Zeit den oben angelangten gefüllten Karren ausleert und leer wieder auf das wandelnde Gestelle bringt.

Unterdessen ist der Mann oben angelangt, setzt sich auf den leeren Karren und fährt damit in den Schacht hinunter, indessen sein Gewicht den gefüllten emporzieht. Der Mann oben am Seil hat nichts weiter zu thun als die Bewegung zu verlangsamen oder zu beschleunigen. Man hält diese Beförderungsweise für sehr vortheilhaft, sie ist jedoch etwas langsam, da ist man auf den sehr vernünftigen Gedanken gekommen, das Ganze durch ein Seil ohne Ende dergestalt dauernd zu machen, daß gar kein Hin- und Hergehen der Karren, sondern stets ein Aufsteigen der gefüllten und ein Absteigen der leeren auf der andern Seite stattfindet.

Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß man, nachdem die Last entfernt worden, auch die Plattform entfernt, zu diesem Behuf darf die Leiste, welche die Plattform nach der Diagonale durchschneidet, um in die Leitseile einzugreifen, nicht gebohrte Löcher haben, sondern es dürfen an den beiden Enden dieser Leiste nur Einschnitte sein, tief genug, um das Ausgleiten zu verhindern, oder da dies immerhin schwer sein würde, doch so tief, daß man mittelst eines vorgeschobenen Riegels das Gleiten aus dem [illegible] vollständig verhindern könne.

Auf jeder Seite des Seils haben wir wollen annehmen
formen reichlich Platz, es können möglicher Weise bei ge

Bergwerks statt 10, 20, 30, auch mehr sein, dies ist gleichgültig. In denjenigen Entfernungen, in welchen die Plattformen an dem Seil hängen sollen, hat dieses Knoten oder Verstärkungen durch Umwickelung hervorgebracht. Eine Klammer, welche das Seil umgiebt, wird über diese Verstärkung nicht hinweggleiten können, an der Klammer hängen die Ketten, welche die Plattform tragen.

Man beginnt die Tagfahrt damit, daß eine Plattform mit einem vollen Karren unten aufgesetzt, oben aber auf der andern Seite ein leerer Karren mit dem dazu gehörigen Mann in den Schacht gebracht wird. Wenn derselbe diejenige Tiefe erreicht hat, welche erforderlich ist, um den ersten Karren so weit zu heben, daß man eine zweite Ladung anbringen kann, so geschieht dieses sowohl unten als oben. Es sind nun zwei Männer mit zwei leeren Karren da, welche zwei gefüllte Karren durch ihr Gewicht empor heben.

Wenn oben der zehnte Mann mit dem leeren Karren aufgestiegen ist, so wird ebendaselbst der erste gefüllte Karren angelangt sein, er wird geleert und die Plattform abgenommen, in dieser Zeit wird der zweite Karren oben anlangen, man bringt die leere Plattform des ersten Karrens mit sammt diesem auf das andere Seil und sobald sich der Arbeiter darauf setzt, wird der dritte Karren emporgehoben werden. Das Entleeren und Fortschaffen muß genau Hand in Hand mit diesem nach einander folgenden Aufsteigen der Karren stattfinden.

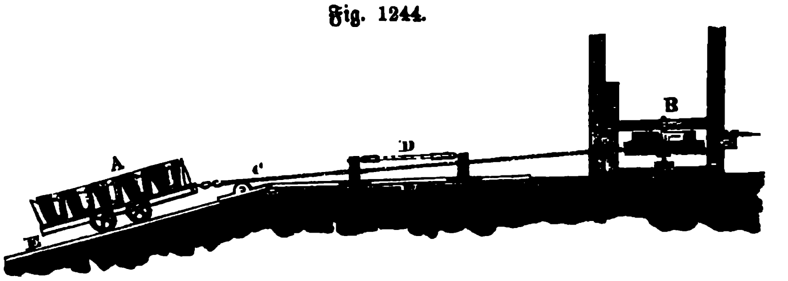
Sowie der erste Mann unten angekommen ist, wird er auch die Leiter emporzusteigen beginnen und wir haben nunmehr sowohl eine ununterbrochene Kette von aufsteigenden gefüllten Karren und absteigenden leeren Karren als auch eine eben solche Kette von aufsteigenden Tagelöhnern, die eine Arbeit verrichten, und hinabfahrenden Tagelöhnern, welche sich ausruhen.

Es soll unglaublich sein, was diese Beförderungsweise für beträchtliche Massen von Mineralien zu Tage schafft, in Frankreich wurde die Ausführung solcher Arbeit zuerst bei dem Fort von Vincennes bei Paris angewendet und man hat eine Ersparniß von mehr als der Hälfte sowohl gegen Maschinenarbeit als gegen die andere Art der Anwendung von Menschenkräften gefunden.

Auf dieser Benutzung des Gewichts eines Menschen oder Thieres und auf der Anwendung der Kraft desselben lediglich zur Hebung dieses seines eigenen Gewichts beruht z. B. die Anwendung der Treträder. Nicht jener abscheuliche Martermaschine, welche man in den engländischen Gefängnissen und Armenhäusern angewendet findet, sondern derjenigen, wo ein sehr großes hohles Rad inwendig mit einer ziemlich ebenen Bahn einem Menschen

gestattet, einen gemäßigten Spaziergang zu machen, während er doch immer auf derselben Stelle stehen bleibt. Er schreitet vor und das Rad, in dem er sich bewegt, sinkt, aus dem Gleichgewicht gebracht, um so viel herab, als der Mensch vorgeschritten, diese Arbeit, durchaus nicht anstrengend, bringt doch einen Effekt, welcher demjenigen gleich ist, den wir oben angegeben haben, ein Mensch kann solchergestalt in 8 Stunden mehr als 500,000 Pfund heben.

Fig. 1244.



Auch bei den schrägen Ebenen wendet man Trommeln an von möglichst großem Durchmesser, weil sie vorzugsweise geeignet sind, das Seil zu schonen. Unsere Figur 1244 zeigt uns eine schräge Ebene CE, auf welcher eine Eisenbahn liegt und auf welcher ein Wagen mit Erz gefördert wird. Das Seil läuft, so lang die Bahn ist, auf Rollen C, welche das Schleifen desselben verhindern und es wird geschlungen um eine Trommel B von dem möglichst größten Durchmesser. Da man gewöhnlich zwei Bahnen neben einander hat, bestimmt die Entfernung der Geleise von einander den Durchmesser der Trommel.

Oben angelangt, kommen die Wagen auf eine ebene Stelle, woselbst eine Plattform D sie aufnimmt und sie von hier die Richtung der Bahn kreuzend, fortgeschafft werden. Für den Fall, daß ein Hin- und Hergehen der Wagen stattfindet, ist diese Plattform nur der Abladeplatz, auf welchen man die Tonnen mit Erz setzt und den Wagen mit leeren Tonnen zurückkehren läßt.

Findet das Umgekehrte statt, daß die beladenen Wagen nicht emporgezogen werden, wozu man thierische oder Maschinenkräfte braucht, sondern nur hinabrollen, wobei die Schwere die bewegende Kraft ist, so ziehen die hinabrollenden Wagen die leeren auf der andern Bahn hinauf. Auch hier ist man, wie bereits oben bemerkt, im Stande, ein ununterbrochenes Gehen und Kommen zu bewerkstelligen.

Die Scheiben, um welche die Seile sich drehen sollen, werden meistentheils von Eisen gemacht. Bei der in der Regel bedeutenden Größe pflegt

man sie nicht aus einem Stück zu gießen, sondern aus vier bis sechs Stücken und zwar so, daß erstens eine Theilung nach der Fläche der Scheibe stattfindet, zweitens aber, jede Hälfte dieser Fläche in zwei bis drei Theile zerlegt wird. Diese Scheiben werden nun durch starke Schrauben so zusammengefügt, daß immer der zusammenstoßende Theil zweier Stücke auf die Mitte eines Theils der andern Seite zu liegen kommt.

Es bleibt nun noch die Hohlkehle, die Rinne zu bearbeiten, welche auf dem äußersten Umfange der Scheibe dazu dient, das Seil zu leiten und vor dem Herabgleiten zu schützen.

Diese Hohlkehle muß jedenfalls auf einer großen Drehmaschine abgedreht werden, so daß sie sich der Form des Seils bequem anschmiegt und dasselbe nirgends drückt oder klemmt, wodurch ein Theil der Kraft verloren geht und auch das Seil verdorben wird. Bei Seilen von Hanf pflegt man diesen äußersten Rand dieser Hohlkehle mit Holz oder mit Guttapercha zu belegen, zu füttern, damit die Seile nicht so sehr leiden, wie es beim Scheuern auf dem Eisen der Fall sein würde.

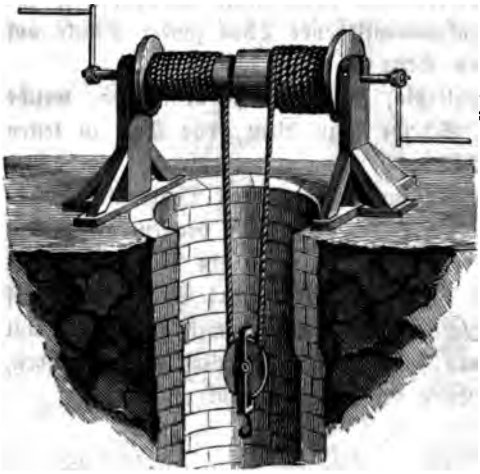
Maschinen zur Förderung.

Es kommt darauf an, ob die Maschinen durch Menschen, durch Thiere, durch Wasser oder durch Dampf betrieben werden sollen. Diese verschiedenen Kräfte fordern ganz verschiedene Anlagen. Die durch Menschen betriebenen nennt man Haspel, die durch Thiere betriebenen heißen Göpel, die andern nennt man nach der Kraft, durch welche sie betrieben werden und nach der Art ihrer Anwendung vor allen Dingen immer Maschinen, dann aber Dampfmaschinen, Wasserrad- oder Wassersäulenmaschinen und endlich Turbinen.

Die einfachsten und ältesten sind die Haspel, von denen wir in der umstehenden Figur 1245 einen der gewöhnlichsten sehen, welcher zugleich den möglichst geringsten Kraftaufwand anzuwenden gestattet, aber auch zugleich eine nur geringe Wirksamkeit hat. Der von einem Ende des Gestelles zum andern gehende Baum, die sogenannte Welle, hat verschiedene Dicke, während sich an einer Seite, an der stärkeren, das Seil aufwindet, läßt an der anderen etwas Seil nach. Hierdurch wird der Hub um ein Bedeutendes vermindert, aber es wird auch eben so viel an Kraft gewonnen. An den beiden Handgriffen stehen die Leute, welche den Haspel bewegen

und den Eimer mit Erz beladen an einer Rolle hängend auf und nieder schaffen.

Fig. 1245.



Man kann die Zweckmäßigkeit dieses Haspels eigentlich nicht rühmen zur Ersparniß der Kräfte, sobald es nicht auf die Zeit ankommt, hat man bessere Mittel, aber es ist bei alledem diejenige Art, welche man in alten Bergwerken noch immer findet.

Die an dem Seil hängende Klobe, die Rolle dient gleichfalls zur Verringerung der Arbeit. Es wird dadurch die anhängende Last halbirt, aber wie begreiflich wird auch die Zeit verdoppelt, in welcher man die verlangte Arbeit leistet.

Viel zweckmäßiger und in neuerer Zeit allgemeiner angewendet, ist der Haspel, den die nachstehende Figur 1246 in perspektivischer Ansicht zeigt. Derselbe hat einen Rundbaum oder eine Welle von überall gleichmäßiger Dicke. Ueber diesen Baum ist das Seil vielfältig geschlungen und dient diese öftere Umschlingung dazu, eine Reibung hervorzubringen, vermöge deren das Seil, welches in keiner Art an dem Rundbaum befestigt ist, doch nicht gleitet, nicht verschoben wird, wenn an einem der beiden Enden eine Last hängt und das andere leer läuft, d. h. lediglich den Eimer oder Kübel trägt, welcher bestimmt ist, bei der Rückfahrt das Erz aufzuheben.

Die Bewegung findet hier nicht an dem Baum selbst statt. Dieser hat an einer Seite ein gezahntes eisernes Rad, in manchen Fällen sind solcher Räder zwei, an jedem Ende des Wellbaumes eins, dann müssen aber beide nach dem nämlichen Modell gegossen werden, weil sonst statt einer Erleichterung der Arbeit eine Erschwerung derselben eintritt. Oben querüber läuft ein kleiner Wellbaum mit den Handhaben des Haspels, an diesem wird gedreht und dieser hat *ein* kleines Zahnrad oder wenn an dem Wellbaum zwei gleich große Räder befindlich sind, so trägt derselbe zwei Räder, aber auch beide ganz von gleicher Größe, also nach dem nämlichen Modell gegossen.

Wenn man nun die Handhaben in Bewegung setzt, so wird durch das Ineinandergreifen der Zähne von den beiden Rädern eine Bewegung

des großen Rades verursacht, welche genau in dem Verhältniß des Durchmessers dieses großen Rades zu dem Durchmesser des kleinen Rades steht. Hat das große Rad drei Fuß Durchmesser, das kleine einen halben, so wird man das große einmal um seine Axe gedreht finden, wenn vermöge der Handhaben das kleine 6 Mal umgedreht worden ist.

Fig. 1246.



Man sieht, daß, falls man mit der Umdrehung des kleinen Rades einen Centner heben könnte, man vermöge der Verbindung desselben mit dem großen sechs Centner wird heben können (natürlich abgesehen von dem Widerstande, den die Reibung leistet).

Da aber das große Rad einen Wellbaum trägt, welcher nicht den Durchmesser dieses Rades hat, sondern etwa nur den dritten Theil desselben, so wird dieses wieder zu einer Ersparniß der Kraft führen, aber natürlich wird man auch ganz in gleichem Grade weniger schnell wirken.

Die Verbindung der beiden Räder giebt eine Ersparniß, welche auf das Sechsfache der angewendeten Kraft hinausläuft, oder umgekehrt kann man sagen, man hebt 6 Mal so viel, als man ohne diese Verbindung heben würde. Da nun aber die Welle nur den dritten Theil von dem Durchmesser des Rades hat, so multiplicirt sich die gedachte Ersparniß auch noch mit 3, man hebt mithin mit der Kraft, die ohne das Rad einen Centner heben würde, durch die Verbindung des Rades und der kleineren Welle 3 mal 6, d. h. 18 Centner, immer die Reibung unberücksichtigt gelassen, aber man hat auch einen genau in demselben Verhältniß stehenden Zeitverlust. Würde die Welle so groß sein, wie das Rad, so würde man nicht 18 Mal, sondern nur 6 Mal so viel heben, aber man würde in gleicher Zeit drei solcher Hube veranstalten können. Wäre ferner auch das Rad nicht vor-

handen, sondern würde gleich an der Welle durch zwei solche Handhaben, wie die oben befindliche, gedreht werden, so würde man statt 6 Centner resp. 18 Centner nur 1 Centner fördern, aber man würde in derselben Zeit diese Förderung 6 Mal, resp. 18 Mal vornehmen können. Die Ersparniß liegt mithin weniger in der Last, welche man hebt, als vielmehr darin, daß man nicht so viel Menschen anzustellen braucht, als man würde beschäftigen müssen, wenn man alle diese mechanischen Hülfsmittel ersparen wollte, es müßte ferner der eine Kübel mit 1 Centner Ladung 18 Mal eingehängt und umgestürzt werden, während der Kübel mit 18 Centnern nur einmal geladen und geleert zu werden braucht.

An dem Wellbaum sehen wir das Seil jetzt auf einer Seite liegen, je nachdem dasselbe sich abwickelt, wird es nach dieser oder jener Seite rücken, was zur Folge hat, daß die Körbe bei ihrer Auf- und Niederfahrt bald auf der einen Seite, bald in der Mitte, bald auf der andern Seite des Schachtes schweben. Dies ist ein Uebelstand, welchen man vermeiden will, deshalb läßt man gewöhnlich das Seil mit beladenem Eimer oder Korb über eine sogenannte Seilscheibe gehen, stellt deshalb entweder die ganze Veranstaltung zwanzig und mehr Fuß hoch auf ein Gerüst über den Schacht oder man stellt dasselbe gar nicht über den Schacht, sondern man stellt es in der Nähe desselben auf, so daß es seitwärts einem Gerüst steht, über welches dann das Seil hinweggeht und durch eine Rolle in der Mitte des Schachtes erhalten wird. Die Zeichnung, welche wir hier haben, giebt die einfachste Anordnung dieser Art. BTC ist ein Gestelle, welches man den Bock nennt, es steht so über dem Schacht, daß der obere Theil C genau in der Mitte desselben läuft, C ist die Rolle, welche dazu dient, das Seil zu leiten, ACD endlich ist das Seil, welches durch den Haspel, der seitwärts steht, bewegt wird.

Fig. 1247.



Sind in diesem Falle zwei Eimer anzubringen, so stehen zwei Böcke so neben einander, daß ihre Rollen über der Mitte des Schachtes in der Linie hängen, welche den Längendurchmesser der Schachtöffnung bildet, so angewendet wird stets ein Eimer steigen, der andere fallen, und sie würden *sich nicht* begegnen können, wenn das Seil nicht Schwankungen machte.

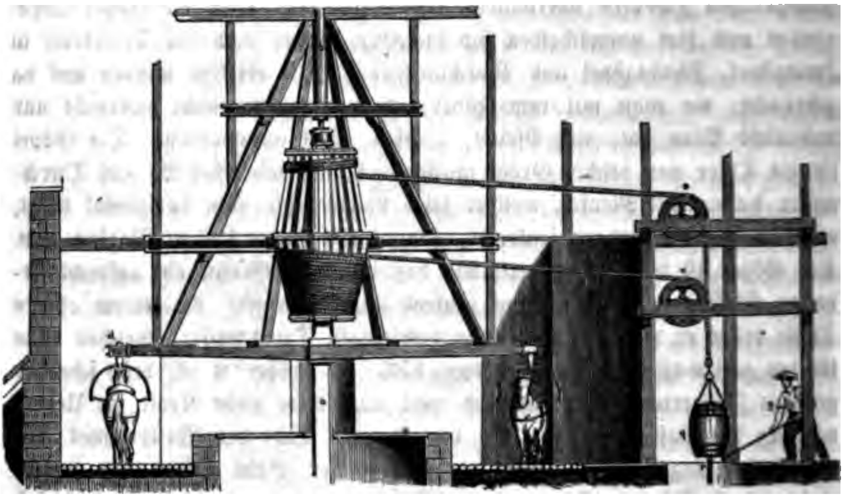
Durch sogenannte Leitungen kann man dieses verhindern, wie wir bereits gesehen haben, und es muß verhindert werden, sobald man Drahtseile anwendet, in diesem Falle können auch die Förbergefäße größer gemacht werden und sie dürfen viereckig sein, was man niemals gestatten wird, wenn die Erzgefäße in demselben Schacht ohne Leitung neben einander laufen.

Wenn man größere Lasten zu bewältigen hat, als man vermöge des gewöhnlichen Haspels überwinden kann, so pflegt man die Göpel anzuwenden und hier unterscheiden sich dieselben wieder nach der Triebkraft in Handgöpel, Pferdegöpel und Maschinengöpel. Die ersteren werden nur da gebraucht, wo man mit dem Kübel und dem Haspel nicht ausreicht und doch nicht Platz hat, um Pferde, Ochsen, Esel anzuwenden. Die Göpel für ein Thier von solcher Größe müssen doch zum mindesten 25 Fuß Durchmesser haben, der Mensch, welcher seine Längenachse nicht horizontal trägt, wie das Thier, sondern senkrecht, kommt mit einem kleinen Radius aus. Der Göpel ist dann so eingerichtet, daß in einem Gerüst ein aufrecht stehender Wellbaum in zwei Axen laufend angebracht ist. An seinem oberen Theile trägt er eine Trommel von demjenigen Durchmesser, welchen man für den geeignetsten für die Förderung hält. Je größer er ist, desto schneller geht die Förderung, aber natürlich wird auch desto mehr Kraft zur Ueberwindung der Last gefordert. An dem unteren Ende des Wellbaumes sind drei Hebel angebracht, welche die Radien der Bahn bilden und welche dienen, daß Männer sich dagegen stützen und indem sie dieselben vor sich herschieben, die Last fördern. Diese Hebel können 5 bis 6 Fuß lang sein, der Durchmesser der Bahn für die Arbeiter braucht also nicht mehr als 10 oder 12 Fuß zu haben, die Leute sind aber im Stande, auf dieser Bahn gehend eine sehr beträchtliche Last zu bewältigen, deshalb man sie für vortheilhaft hält.

Es leistet natürlich ein Pferd mehr als vier Menschen, da ein Pferd aber viel wohlfeiler zu erhalten ist als vier Menschen, so wird man immer vorziehen, ein solches statt der Menschen zu beschäftigen. Man muß im Uebrigen nicht glauben, daß sich die Benutzung in dem Grade vortheilhaft zeige, wie es aus der eben gemachten Zahlenangabe hervorzugehen scheint, denn man braucht immer auch einen Menschen, um das Pferd anzutreiben und man wird daher gern zwei Pferde nehmen, weil diese auch nur einen Treiber und Wärter brauchen, aber die beiden Pferde können nicht fortwährend arbeiten, man muß also mit denselben wechseln können und so wird man schon vier Pferde brauchen, um einen Göpel zu bedienen, wird aber auch zwei Leute nöthig haben, denn kann auch ein Mann sehr wohl vier Pferde warten und antreiben, so kann er es doch auch nicht ununterbrochen, er bedarf der Ablösung so gut wie die Pferde derselben bedürfen,

es fragt sich demnach, welches wohlfeiler ist, die Erhaltung, Ernährung, Pflege von vier Pferden und das Tagelohn für zwei Treiber und Wärter oder das Tagelohn für acht Menschen. Stellt sich beides gleich, so wird man allerdings wohl thun, einen Pferdegöpel statt einen durch Menschen betriebenen anzunehmen.

Fig. 1248.

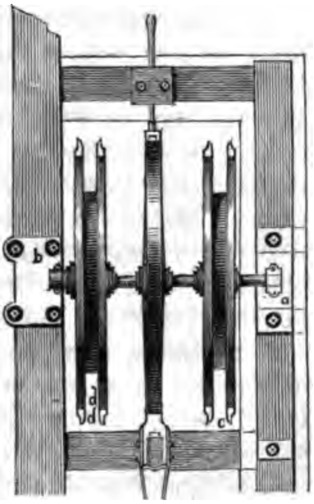


Die einfachste Art eines solchen Göpels sehen wir in Figur 1248 dargestellt, ab ist der Wellbaum, um welchen sich die Trommel bewegt, cd ist ein Doppelarm an diesem Wellbaum, durch denselben geht auf jeder Seite ein beweglicher Zapfen, der einen starken halbkreisförmigen Bügel trägt, gerade so weit niedergehend, daß seine Enden in der Höhe der Flanke des Pferdes stehen. Dieser Bügel enthält das Geschirr und wir sehen die Pferde hinein gespannt.

Auf dem Wellbaum befindet sich die Trommel, welche doppelt kegelförmig ist, in der Mitte am breitesten, nach beiden Enden hin verjüngt zulaufend, jede Hälfte hat ihr eigenes Seil, mit der nämlichen Umdrehung wickelt sich die eine Trommel leer und die andere voll, die letztere hebt den Eimer q, indessen die erstere das Seil or mit dem daran hängenden leeren Eimer in den Schacht hinabgehen läßt, wir sehen auch die Leitungen für die Seile neben der Rolle o, über welche dieselben laufen, der Eimer q, welcher eben emporgehoben worden ist, wird von dem Bergmann s mittelst eines Hakens aus der senkrechten Lage gezogen und wird dann umgestürzt, worauf er wieder in seine Lage zurückgebracht, abwärts sinkt indessen die andere Eimer emporgehoben wird.

Wenn man Bandseile anwendet, so kann man nicht die eben beschriebene Vorrichtung mit den Trommeln brauchen, sondern man muß alsdann doppelte Leitscheiben haben, durch welche die Seile nicht neben einander, sondern über einander gewickelt werden, eine solche Veranstaltung zeigt uns Figur 1249. Auf einer Axe a b befinden sich zwei Doppelscheiben c und d von gleicher Größe gewöhnlich von Gußeisen gemacht. In großen Bergwerken und wo man die Seile, welche immer sehr kostbar sind, schonen will, macht man diese Scheiben 15 Fuß im Durchmesser und derjenige Theil, der in der Mitte schwarz angelegt zwischen den beiden Scheiben befindlich ist, die Trommel, auf welche das flache Seil sich aufwickelt, macht man wenigstens halb so groß, aber lieber größer, 10 bis 12 Fuß im Durchmesser haltend, damit erstens die Biegung des Seiles eine möglichst geringe sei, zweitens und hauptsächlich nicht gar zu viel Lagen des Seiles über einander kommen. Sind die großen hölzernen Trommeln 10 Fuß im Durchmesser haltend, so geben sie einer Seillänge von mehr als 30 Fuß Platz, bei zehn Umgängen würde man also über 300 Fuß Seil haben und doch würde die Höhe des aufgewickelten Seiles nur 5 Zoll betragen, es würden nur zehn Lagen über einander sein, noch vortheilhafter ist ein größerer Durchmesser der Trommel. Bei 15 Fuß liefert ein Umgang nahezu 50 Fuß, wir brauchen mithin nur sechs Umgänge, um 300 Fuß Seil ab- oder aufzuwickeln.

Fig. 1249.



In der hier gedachten Art sind die Göpel für Thiere allein eingerichtet, es ist gleichgültig, was für Thiere man anwendet, immer wird man diejenigen nehmen, welche bei gleicher Leistung am wenigsten kosten und am leichtesten zu ernähren sind, es ist schwer zu fassen, warum man sich der Ochsen nicht viel häufiger bedient, als es geschieht, da ihr Preis ein viel geringerer ist, als der der Pferde, Erhaltung und Pflege sich viel wohlfeiler stellt und sie bei guter Pflege jederzeit als Schlachtvieh verwerthbar sind.

Wassergöpel sind Mühlwerke, welche durch das Gewicht oder den Stoß des Wassers oder endlich bei Turbinen durch die Rückwirkung, den Rückstoß seitlich ausfließenden Wassers bewegt werden.

Die gewöhnlichsten sind die Triebräder, welche gleich einer oberschlägtigen

Mühle wirken. Auf derselben Axe, auf welcher das Wasserrad unter einer Schütze stehend angebracht ist, befinden sich auch die Trommeln zur Aufnahme der Seile und dieselben sind entweder so eingerichtet, wie wir bei dem Pferdegöpel gesehen haben, wie zwei abgestumpfte Kegel, welche mit der Basis zusammenstoßen, oder sie sind, wenn man flache Seile anwendet, ganz von der Beschaffenheit, welche wir auf Seite 264 beschrieben haben.

In der Regel wird man die Wasserkraft nicht oben über dem Schacht haben, sie wird vielmehr im Thal gefunden werden, es wird ein Bach sein, den man durch ein Gerinne bis auf die Höhe des Rades leiten muß, da aber das Rad im Thale steht und der Schacht oben auf dem Berge ist, so wird dieser Wassergöpel die Unbequemlichkeit haben, entweder durch ein Gestänge einen Haspel über dem Schacht in Bewegung zu setzen oder da solch' ein Gestänge sehr viel Kraftaufwand fordert, wird man lieber das Seil so viel länger machen, daß es nicht blos von dem Stollen über den Schacht bis zum Boden desselben reicht, sondern daß es auch noch von der Schachtmündung bis hinab zum Wasserrade geht. Dies letztere ist das gewöhnliche, man pflegt alsdann eine hölzerne Bedachung für die Seile anzubringen, welche nur aus zwei dachförmig zusammengenagelten Brettern besteht, die auf leichten Stützen ruhen, zugleich aber Rollen tragen, über welche das Seil läuft, weil es ohne solche Stützen frei hängend, eine zu lang gebogene Linie annehmen würde, wo es durch Schwankungen, die es erlitte, leicht Schaden nehmen könnte.

Man wird nunmehr durch die einfache Bewegung des Rades die aufgewickelte Seilmasse in den Schacht hinablassen, die abgewickelte mit der ihr angehängten Last emporheben können.

Leider ist hiermit unser Vers zu Ende, wir müssen das Mühlwerk anhalten, denn sonst wird der Korb über die Rolle getrieben und er wird den Berg hinab steigen.

Der Bergmann braucht aber solch' eine ungeschickte und unzweckmäßige Bewegung nicht, er will, daß die Welle sich eine Zeit lang von rechts nach links und dann sofort eine andere gleiche Zeit lang von links nach rechts bewege. Dieser Wechsel muß immerfort stattfinden, man möge mit dem Haspel, mit dem Handgöpel oder mit dem Pferdegöpel oder endlich mit dem Wasserrade arbeiten. Bei den drei vorgedachten Veranstaltungen ist die Sache ganz leicht. Die Bergleute am Haspel oder am Handgöpel drehen sich in ihren resp. Stellungen um und setzen das Geschäft in entgegengesetzter Richtung fort, die Pferde, welche ihre Bahn so oft als erforderlich durchschritten haben, um einmal einen Eimer aus dem Schacht bis über die Mündung desselben zu fördern, werden auf dem [illegible], auf welchem sie stehen, umgekehrt und wenn sie dann weiter schreiten, ge-

wissermaßen den eben gemachten Weg wieder zurücknehmend — werden sie den erst gehobenen Eimer niedersenken, den erst niedergesenkten gefüllt heraufziehen.

So kann man es nicht mit dem Wasserrade machen, dies hat einmal eine bestimmte Richtung, in der es allein durch Einfüllen des Wassers bewegt werden kann und diese Bewegung läßt sich bei demselben Rade nicht umkehren.

Da hilft sich denn der Bergmann oder der für ihn arbeitende Maschinenbauer sehr einfach so, daß er zwei Räder in entgegengesetzter Richtung drehbar auf dieselbe Axe gewöhnlich unmittelbar neben einander setzt Beide Räder sind oberschlägtig, das eine aber so, daß, um es zu drehen, die Wassermasse rechts darauf fallen muß. Fällt dieselbe Wassermasse auf das andere Rad in derselben Art, so hat dies gar keinen Erfolg, denn das Wasser gleitet an den umgekehrten nach unten gerichteten Eimern des Rades ab, will man dieses zweite Rad bewegen, so muß man die Schütze, welche Wasser auf das erste Rad leitet, schließen, fallen lassen und man muß eine andere Schütze öffnen, welche Wasser auf die zweite Abtheilung desselben Rades, aber nach der entgegengesetzten Seite, nach der linken Seite hinführt.

Sobald die Schütze rechts geschlossen ist, sinkt das gefüllte Rad noch so weit, bis es sich des in seinen Schaufeln enthaltenen Wassers entledigt hat, nun öffnet man die andere Schütze, das Wasser tritt links auf die zweite Abtheilung, senkt die Seite nieder, die eben im Steigen begriffen war, und hebt die andere Seite, welche sinkend ihre Eimer ausleerte, empor. Dasselbe Wasser dreht mithin dasselbe Rad nach der entgegengesetzten Richtung. Das Seil, welches früher in den Schacht hinabsank, wird jetzt heraufgezogen und das bis dahin emporsteigende sinkt nun hinab.

Man nennt diese Räder Kehrräder und sie sind von einer vortrefflichen Wirkung, vorausgesetzt, daß man nicht zu weit von dem Schacht entfernt ist, denn dieses nimmt allerdings einen gar nicht unbedeutenden Theil des Nutzeffekts, es kann nämlich sein, daß die Länge des außerhalb des Bergwerks auf den Rollen ruhenden Seils ein solches Gewicht erhält, daß der leer hinabgehen sollende Eimer diesen nicht überwinden kann, ein Uebelstand, welcher sehr schwer und in der Regel nur durch bedeutenden Kraftaufwand von Seiten des Bergmannes, der das Ausleeren besorgt hat, bewältigt werden kann. Ist es ein Steinkohlenbergwerk, in welchem gearbeitet wird, so machen sich diese Veranstaltungen leichter, dann nämlich werden große Massen gefördert, dann hat man nicht Tonnen, sondern Wagen von mehreren Centnern Gewicht und man hat solcher Wagen zwei bis drei an einander hängend, diese, auch leer, sind denn doch schwer genug, um das

von dem Schacht nach dem Kehrrade reichende Seil zu spannen und hinab zu ziehen.

Die Wassergöpel haben in der Regel den Vortheil, daß man damit ein größeres Gewicht und daß man dasselbe mit größerer Geschwindigkeit fördern kann, es werden darum auch die Trommeln auf dem Wellbaum größer gemacht. Hat man nur Gefälle genug, so kann man auch mit einer sehr geringfügigen Wassermasse Großes bewerkstelligen. Der Verfasser hat eine Mahlmühle mit zwei Gängen gesehen, welche getrieben wurden durch eine Quantität Wasser, welche höchstens einem Strahle gleich kam, wie man ihn aus einer Wasserkanne (wie man sie zum Gebrauch des Waschtisches hat) gießen kann. Dieses Rad hatte aber einen Durchmesser von 40 Fuß, die Menge des in 60 Eimern auf einer Seite des Rades angehäuften Wassers wirkte mithin an 20 Fuß langen Hebelarmen, so wurde durch diese ersetzt, was die geringe Wassermasse allein durchaus nicht hätte gewähren können.

Mitunter hat man fließendes Wasser innerhalb der Bergwerke selbst, in welchem Falle dann auch immer ein Stollen vorhanden sein muß, welcher dieses ableitet. Dann läßt sich ein solches Wassertriebwerk innerhalb des Bergwerks selbst anbringen und dann müssen natürlich die Seile die doppelte Länge haben, welche sonst nöthig wäre, sie müssen aus dem Bergwerk hinauf bis hinlänglich hoch über die Schachtmündung, müssen dort über eine Rolle und von da wieder hinab bis zum Boden des Bergwerks gehen. Will man eine solche Verdoppelung des Seils nicht haben, so vermag allerdings auch noch eine andere Art die Bewegung der Welle hervorzubringen.

Die beiden Schachte, derjenige, durch welchen das Seil aufwärts steigt und derjenige, durch welchen die beladene oder leere Tonne auf- und abgeht, laufen in der Regel mit einander parallel, aber auch ohne diese, die günstigste Bedingung kann dasselbe ausgeführt werden. Dort, wo die Mündung desjenigen Schachtes befindlich ist, aus welchem das Seil von dem Kehrrade emporsteigt, befindet sich statt einer Rolle, über die es nach dem Förderschachte geht, eine Welle mit einer Trommel. Um diese Trommel schlingt sich das Seil von dem Kehrrade und es geht zurück bis zu dieser, über dessen Axe seine beiden Enden vereinigt sind. Hat die Axe nun eine Trommel, welche gerade so groß ist, wie jene obere, so wird bei jeder Umdrehung des Wasserrades unten die Trommel oben sich auch einmal umdrehen. Ist die Trommel größer, welche an der Welle des Wasserrades sitzt, so wird die Bewegung der oberen Trommel eine verhältnißmäßig schnellere sein, umgekehrt eine langsamere.

Wir haben hier noch gar nicht mit dem Förderseil zu thun, das

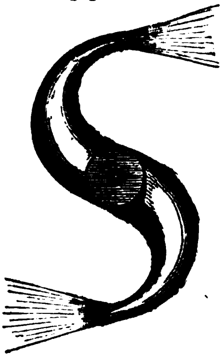
Bandseil oder das runde Seil, von welchem hier die Rede ist, dient lediglich dazu, um die Bewegung von dem Wasserrade auf die Welle über dem Schacht zu übertragen.

Diese Welle hat nun eine solche Länge, daß ihr anderes Ende über dem Förderschacht steht, über dieses Ende und zwar über zwei Leitscheiben oder über zwei kegelförmige Trommeln gehen die beiden Förderseile und jetzt kann nicht mehr davon die Rede sein, ob wohl die herabsinkende Tonne das Seil mit sich nehmen werde. Es geschieht, denn es ist kein hemmendes Gegengewicht eines lange bergab gehenden schweren Seilendes vorhanden, das Seil hängt an der Trommel und so wie diese in dem richtigen Sinne gedreht wird, rollt es ab und der Kübel nimmt es mit sich in den Schacht, wohin es auch durch seine eigene Schwere selbst ohne die Belastung durch eine leere Tonne gelangen würde.

Daß der Wellbaum über dem Schacht durch das Seil ohne Ende ebenso gut vor- wie rückwärts gedreht werden könne, versteht sich von selbst und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Ein wichtiges Mittel der Wasserförderung ist die Turbine. Der bekannte Gegensatz der Rückwirkung einer jeden Flüssigkeit auf die der Oeffnung gegenüber stehende Wand wird hier praktisch benutzt. Die einfachste Art, diese Rückwirkung zu zeigen, sehen wir in Fig. 1250 zwei hohle Arme in der Mitte durch eine größere Kapsel verbunden, sie sind ganz geschlossen bis auf zwei kleine Oeffnungen an den Enden der beiden Arme und zwar beide nach entgegengesetzter Richtung gebohrt. Die beiden Arme mit dem sie verbindenden Mittelstück ruhen auf einer weiten Röhre, worauf sie sich drehen können; damit sie bei der Drehung nicht hinabfallen, befindet sich genau über dem Drehungspunkte eine Axe, welche irgend wie gestützt wird und welche gestattet, daß man durch die Röhre Wasser unter einem gewissen Druck in den Apparat treibe, ohne daß derselbe dadurch aus seiner Lage gehoben werde.

Fig. 1250.



Geschieht das Gesagte, treibt man Wasser durch die Röhre in die beiden Arme, so kann dasselbe aus der am Ende gebohrten Oeffnung entweichen. Der Druck, unter dem das Wasser in den Apparat getrieben wird, ist nach allen Seiten und auf allen Punkten gleich, dort, wo die Oeffnungen sich befinden, spritzt das Wasser heraus, hier findet mithin kein Druck auf das Rohr des einen oder des anderen Armes statt. Das Gleichgewicht wird dadurch gestört, der Druck, welcher überall und auf jeder Stelle vorhanden ist, welcher aber gerade da, wo die Bohrung sich

befindet, nicht vorhanden ist, der Druck treibt diesen Oeffnungen gegenüber die Arme des Apparats nach der entgegengesetzten Seite. Nach vorn dringt der Strahl, nach rückwärts dreht sich der Arm.

Schon bei einer mäßigen Druckhöhe wird die Bewegung sehr schnell und wenn die Anordnung der Arme etwas zweckmäßiger trifft als hier, so kann eine große Gewalt erzielt werden. Eine solche zweckmäßigere Form zeigt z. B. Figur 1251, wo die Arme der Turbine KH zu einer Scheibe vereinigt sind. ABC ist der Schützapparat, EG die Zuleitungsröhre. Der Wasserstand F wird durch ein Abzugsrohr geregelt. Man kann statt zweier Arme auch drei oder vier anwenden und man wird dann eine um so größere Wirkung haben, falls man nur hinlänglich Wasser hat, um einen lebhaften Strom desselben zu erhalten, denn wie begreiflich kommt es gerade darauf an, daß die möglichst größte Quantität von Wasser sich zu den Ausgangsmündungen drängt, damit die Arme mit desto größerer Lebhaftigkeit rückwärts getrieben werden.

Fig. 1251.



Wir können uns hier nicht darauf einlassen, eine vollständige Auseinandersetzung eines solchen Turbinwerks zu geben, es genügt zu sagen, daß bei einer Druckhöhe von 20 Fuß und einem ununterbrochen genügend starken Strom sich eine so gewaltsame Drehung hervorbringen läßt, daß Pferdegöpel und ähnliche Maschinerien dadurch vollkommen in Schatten gestellt werden. Die fernere Verbindung des Bergwerksgetriebes mit diesen Turbinenaxen ist ganz so, wie sie mit jedem andern bewegten Rade sein wird. Man hat nichts weiter zu besorgen, als daß die Bewegung zu schnell werde und dieses verhindert man dadurch, daß man an die sich sehr schnell drehende Turbine ein kleines Rad legt

und durch dieses ein so großes Rad N in Bewegung setzen läßt, als man zur Verlangsamung der Bewegung genügend erachtet. Das Einfüllen des Wassers kann dabei eben so gut von oben her als von unten her stattfinden. Bei der Füllung von oben dürfte man übrigens wahrscheinlich mehr Wirkung haben, als bei der Einfüllung von unten, denn in diesem letzteren Falle ist die Mündung der Speisungsröhre die Axe und diese wird einen um so größeren Durchmesser haben müssen, als man mehr Leistung von der Maschine verlangt. Läßt man das treibende Wasser dagegen durch einen Trichter von oben her einströmen, so kann die untere, wie die obere Axe so schwach sein, als man es ohne Gefahr für die Beschädigung der Maschine irgend wagen darf, sie zu machen, daß bei der dicken Axe viel mehr Reibung ist, als bei der dünnen, versteht sich aber von selbst.

Noch eine ganz eigenthümliche Art von Fördermaschine durch Wasser findet man in England, sie setzt aber voraus, daß man oben an der Mündung des Schachtes fließendes Wasser in ziemlicher Menge habe und daß von dem Füllort unten am Fuße des Schachtes ein Stollen zu Tage und zwar abwärts gehe, die Förderung wird nun folgendermaßen betrieben. Parallel neben einander liegen zwei cylindrisch ausgemauerte Förderschachte, in deren einem das volle Gefäß steigt, während im andern das andere sinkt und umgekehrt, im andern das volle Gefäß steigt und im ersten das leere sinkt. Die Gefäße zur Aufnahme der Steinkohle stehen neben einander in einer großen, metallenen Tonnen ähnlichen Schale, deren Wände ringsum wasserdicht schließen. Immer ist das Seil genau so bemessen, daß die zu füllenden Kübel unten auf der Füllbank stehen, wenn die oben befindlichen gerade über dem Schacht angelangt sind. Die Arbeitsleute nehmen die oben angelangten Gefäße heraus und lassen nunmehr Wasser in diese Schale strömen, in welcher die gefüllten Gefäße emporgehoben worden sind. Sobald das Wasser nun ein Geringes mehr wiegt, als die Last, welche an dem andern Seil hängt, so sinkt die Wasserschale nieder und die andere mit den Mineralien wird gehoben.

Ist die Schale mit Wasser unten angekommen, so stößt ein aus dem Boden derselben hervorragender starker Metallstift auf den Fels des Schachtes und das in dem Kasten enthalten gewesene Wasser fließt mit großer Schnelligkeit heraus.

Nun ist der Kasten leer, das oben zu Tage geförderte ist noch nicht ausgeräumt, es würde mithin das Uebergewicht erhalten, in den Schacht hinabstürzen und das leere Gefäß in die Höhe schleudern, wodurch nicht nur großes Unglück entstehen könnte, sondern auch die Zertrümmerung des Apparats erfolgen müßte.

Damit nun alles dieses nicht stattfinde, schiebt der Arbeiter oben am

Tage einen starken Querriegel über die Mündung des Schachtes, worauf das Gefäß mit den gefüllten Tonnen sich stützt, sobald unten das Wasser auszulaufen und so die Last dieses ziehenden Gewichts sich zu vermindern beginnt.

Während der Arbeiter oben die Mineralien auslabet, belastet der Arbeiter unten die Schale wieder von neuem, beide sind ziemlich zu gleicher Zeit mit ihrer Arbeit fertig, der Arbeiter oben bringt jetzt die Wassermasse, welche den Kasten füllen soll, im Fluß und sobald das Gleichgewicht wiederhergestellt ist, darf er nur einen geringen Druck auf das Seil abwärts geben, um dieses sinken und das andere steigen zu machen, natürlich nachdem er den vorgeschobenen Riegel beseitigt hat. Die Schnelligkeit, mit welcher die Förderung geschehen soll, hängt von der Wassermenge ab, welche man noch in das Gefäß fließen läßt, nachdem das Gleichgewicht schon wieder hergestellt ist.

Nun aber tritt ein Uebelstand ein. Uebergewicht mußte auf Seite des Wassers befindlich sein, ohne dieses würde es die Last nicht emporziehen können. Die Last besteht aus den Gefäßen, den darin befindlichen Erzen und aus der ganzen Länge des Seils, woran die Last hängt.

Das herabziehende Wassergefäß muß mit seinem Inhalt mehr wiegen als jene andere oben angegebene Last, so wie aber jene Last nur um einen Fuß gehoben wird, so ist sie schon um dasjenige leichter, was ein Fuß Länge des Förderseils wiegt, da aber gleichzeitig das Seil auf der Seite des Wassergefäßes um eben so viel länger wird, als das andere kürzer, so wiegt nunmehr das Wassergefäß um das Gewicht zweier Fußlänge des Seils mehr als die gegenüber befindliche Last.

Man sieht wohl ein, daß das Uebergewicht auf Seiten des Wassers immerfort steigen muß, wie umgekehrt die Schwere der zu fördernden Last immerfort ebenso abnehmen muß, dies hat zur Folge, daß die Bewegung mit jedem Augenblicke schneller, daß sie eine immer lebhafter beschleunigte wird und um die daraus hervorgehenden Gefahren zu beseitigen, hat man nichts Besseres zu thun gewußt, als dem Bergmann ein Seil in die Hand zu geben, mittelst dessen er eine Bremse dirigirt, welche gestattet, daß er mit dem steigenden Gewicht des herabkommenden Wasserkübels einen Druck ausübt auf die Axe der Rolle, über welche das Seil läuft, und so dessen zu schnelle Bewegung hindert. Dies fordert indessen eine unabläßige Aufmerksamkeit des Arbeiters und da nichts leichter möglich ist, als daß dieser einmal nachläßt, so ist der ganze Apparat nicht ohne Gefahr.

Siehe da ist ein einfacher Bergmann auf den ganz natürlichen Gedanken gekommen, die Seillänge ganz unverändert zu erhalten, [illegible]

nten an den Kübel jederseits ein ganz gleiches Seil, wie das, mit welchem efördert wird, anhängt.

So wie nun der mit dem Erz gefüllte Kübel emporsteigt und sich daurch oben das Seil verkürzt, so schleppt er ein entsprechendes Ende des nten angehängten Seils mit sich empor, die Seillänge bleibt also dieselbe, enau dasselbe findet bei dem herabkommenden Wasserkübel statt. Wie das ber ihm befindliche Seil sich verlängert, so legt sich eine ganz gleiche Strecke von dem unten hängenden Seil am Boden zusammen und hört uf in's Gewicht zu fallen.

Da aber Seile, sie mögen von Hanf oder von Eisen sein, wenn sie inmal eine gewisse Dicke haben, sich schlecht zusammen legen lassen, so vendet man statt derselben Ketten an, welche bei gleicher Länge das nämiche Gewicht haben. Hiermit ist allen Schwierigkeiten begegnet und es edarf gar keiner Aufmerksamkeit von Seiten der Arbeiter, der Apparat hut seine Schuldigkeit von selbst.

Die Dampfmaschine

ist gegenwärtig dasjenige Betriebsinstrument, mittelst dessen man am allgemeinsten fördert, wo man irgend kann, hat man die Göpel durch Thiere getrieben beseitigt und nur die Wassergöpel beibehalten, weil sich diese durch ihre Kostenlosigkeit empfehlen, aber obwohl die Dampfmaschine unter allen, so weit dieselben überhaupt Kosten verursachen, die beste, die brauchbarste ist, so pflegt man wunderbarer Weise gerade bei dem Bergwerke noch die allerschlechteste zu haben. Wo man sich eine solche Dampfmaschine neu beschafft, wird man natürlich auch die neuen Verbesserungen in Anwendung bringen wollen, aber in der Regel bestellt man sich nicht eine neue, sondern man kauft eine alte, für den Betrieb irgend einer Fabrik nicht mehr brauchbare, und man thut unzweifelhaft sehr wohl daran, denn dasjenige, was die Dampfmaschine bei einem Bergwerk zu thun hat, das Emporschaffen voller Förderungsgefäße, das Niederlassen leerer und das Auspumpen des Wassers — dies alles sind Arbeiten, welche durch die einfachst konstruirte Maschine vollkommen ausgeführt werden können und zwar eben so gut, als wäre die Dampfmaschine neu aus der berühmtesten preußischen oder belgischen Fabrik hervorgegangen. Solcher einfachen Dampfmaschinen nach allerältester Konstruktion sind noch heutigen Tages in vielen Berg-

werken und vorzugsweise in dem durch seine Maschinenbauanstalten so hoch berühmten England vorhanden.

Die Hauptstütze für den Balancier ist gewöhnlich eine Hütte, welche zugleich die Wohnung des Heizers und der Maschinenarbeiter ist. Neben dieser Hütte erhebt sich ein backofenartiges Gebäude, welches den Kessel umschließt, an der einen Seite desselben steht der Rauchfang.

Zwischen dem Kessel und der Hütte befindet sich der Dampfcylinder mitunter von einer so unzweckmäßigen Bauart, daß er einen Hub von 10 bis 12 Fuß hat, während 6 Fuß Hub eigentlich auch schon zu viel ist; es wird dabei jedoch vorausgesetzt, daß der Balancier ungleicharmig sei, daß an dem längsten Arm der Stempel der Dampfmaschine wirkt und an dem kürzeren der Krummzapfen läuft. Verhält sich der längere zum kürzeren Hebelarm wie 4 zu 1, so kann der Krummzapfen 3 Fuß lang sein, während der Cylinder einen Hub von 12 Fuß ausübt, eine riesige Ausdehnung, die jedoch den Vortheil hat, daß man ziemlich große Kraft mit einem mäßigen Aufwande hervorbringen kann. Diese Dampfmaschinen sind nämlich immer Niederdruckmaschinen, müssen also ungeheure Kessel haben, um so große Cylinder, wie die gedachten, zu speisen, aber es kommt bei diesen alten Maschinen von niederem Druck auch gar nicht auf saubere und elegante Arbeit an, die Dampfmenge ist immer so groß, die Pressung gegen die verschiedenen Verschlüsse so gering, daß die Maschinen ihre Dienste thun und weiter braucht man ja bei dem Bergwerk nichts.

Auf der anderen Seite der Hütte steht gewöhnlich das Schwungrad, durch den Krummzapfen und den Schwengel, welcher vom Balancier herabhängt, getrieben. Obwohl diese Dampfmaschinen einen ziemlich langsamen Gang haben, so würden sie doch viel zu schnell fördern, wenn man die Treibseile mit dem Schwungrade in unmittelbare Verbindung setzen wollte, es wird daher an dem Schwungrade ein kleines Zahnrad angebracht und dieses greift in ein daneben stehendes größeres ein, auf welchem erst die Seile liegen. Diese nun gehen über sogenannte Böcke, deren oberste Spitze gerade über dem Schacht steht, wodurch dann eine senkrechte Bewegung auf und ab auf die einfachste Weise erzielt wird.

Daß die Dampfmaschine in den Steinkohlendistrikten das beste Förderungsmittel sei, unterliegt wohl keinem Zweifel, die Steinkohlen haben an Ort und Stelle einen so geringen Werth, daß sie durchaus nicht in Rechnung gezogen werden können, man nimmt, wie begreiflich, nur den [illegible], das sogenannte Kohlenklein, und dieses ist vielmehr eine Last, als ein Werthvolles ist. Für die Arbeit, welche eine Dampfmaschine von [illegible] kraft verrichtet, sind 2 Leute zur Beaufsichtigung und Feuerung, um die Arbeit aber mit der Hand zu verrichten, würde man 48

r vielleicht nicht genug, man will mehr, man will weiter als bis 60
, nun denn, so bringt man an die Axe dieses Rades ein zweites
welches sich um einen Zahn vorwärts bewegt nicht früher als bis
ebere Rad einen ganzen Umlauf gemacht hat. In diesem Falle
as zweite Rad vielleicht 3600 Umgänge anzeigen, wenn es gleich-
0 Zähne hat, dies ist jedenfalls für ein Tagewerk, auch wohl für
nze Woche ausreichend.

tellt man sich nun vor, das Gestelle, worauf die Wagen oder sonsti-
dergefäße stehen, laufe, wie dieses bei einem Indicator unerläßlich
zwei Leitseilen und der Zähler werde oben nahe an der Mündung
hachtes so angebracht, daß die Leiste, welche längs der Leitung geht
die Leitung bewirkt, den Hebel treffen und verschieben muß, so
mit jede Bedingung zum genauen und richtigen Zählen gegeben; es
h nur noch, was wird geschehen, wenn derselbe Theil der Bank,
die Gefäße stehen, nachdem er zuerst den Hebel aufwärts in Be-
gesetzt hat, nun wieder abwärts geht. Er muß nothwendiger Weise
selben Hebel vorbei und muß auch nothwendiger Weise denselben
ckend in Bewegung setzen.

s ganze Kunststück besteht darin, daß die Hebelvorrichtung solcher-
gelegt ist, daß sie beim Abwärtsschieben keinen Maschinentheil in
g setzt, sondern frei daran vorüberlaufend, das momentane Steigen
s zwar veranlaßt, wie es nicht anders möglich ist, aber auch zu-
attet, daß eben derselbe Hebel durch die Schwere, also gewisser-
en von selbst seine frühere Lage wieder einnimmt.

e Vorrichtungen lassen sich, wie man wohl einsieht, sehr leicht
der Schachtmündung anbringen, sobald dieselbe nur von solcher
die Kübel nicht daran frei hängen und hin und her schwanken,
ß sie durch die Leitung gezwungen werden, an irgend einer be-
Stelle mit der Maschinerie, d. h. mit dem Hebel des Zählwerks
ung zu kommen, eine weitere Schwierigkeit findet sich dabei nicht.

Vorrichtungen zum Befahren der Schachte.

as Herausschaffen von Erzen und Mineralien überhaupt fördern
rd das Emporschaffen von Menschen, sei es nun durch ihre
oder durch irgend eine Maschinerie, das Fahren genannt,
ein in den Schacht, man fährt auf, wenn man ihn verläßt.

ziemlich genau der Form des Schwungrades oder eines ihm entsprechenden anpaßt und vermöge eines Hebelwerks so darauf drückt, daß das Rad in seiner Bewegung gehemmt wird.

Die Schütze besteht wiederum in einem Sperrrad, welches jedoch nicht so gebraucht wird, daß der Haken desselben immerfort über die nicht gebrauchten Zähne hinweg gleitet, sondern umgekehrt so, daß er dieselben gar nicht berührt, wohl aber in dem Augenblick, in welchem die Maschine zum Stillstand kommen soll, in die Zähne des Rades eingelassen wird, wodurch nun dasjenige geschieht, was man beabsichtigt, nämlich das Aufhalten der Maschinerie.

Es ist selbstverständlich, daß ein solcher Apparat nicht in Anwendung gesetzt werden kann, ohne zu gleicher Zeit die Bremsen zu brauchen. Das Sperrrad besteht aus einer Reihe gegen den Sperrhaken gerichteter Zähne, in dem Augenblick, wo der Haken in die Zähne eingreift, steht das Rad still und die natürliche Folge davon würde sein, daß die im Gange befindliche Maschinerie durch ihren heftigen Zug zerbrochen, zerstört, nicht angehalten, sondern völlig ruinirt würde. Die Bremse ist ein Apparat, welcher die Bewegungen der Maschine verlangsamt. Ist dieser Apparat so in Thätigkeit gewesen, daß er durch seine vermehrte Reibung die Maschine schon zum Stillstehen gebracht hat, so läßt man nun erst den Sperrhaken in das Sperrrad einfallen. Die Maschine stand bereits, das Eingreifen des Hakens bringt sie also nicht zum Stillstehen, aber es verhindert das Weitergehen der Maschine auch in dem Falle, daß man die Bremse nicht mehr wirken ließe. So sind diese beiden Apparate zusammenwirkend für den Stillstand der Maschine nöthig, für das Verlangsamen der Bewegung genügt die Bremse, für den Stillstand derselben ist sowohl die Bremse als das Sperrrad erforderlich.

Der Zähler oder Indicator ist ein Uhrwerk, welches durch jede aufsteigende Tonne um eine Zahl weiter geschoben wird. Wie die Gaszähler und wie andere zum Zählen größerer Summen bestimmte Instrumente, so ist auch dieser Zähler eingerichtet, es ist ein Uhrwerk, welches dadurch in Bewegung gesetzt wird, daß ein an einem Hebel vorbei streifender Gegenstand diesen Hebel emporschiebt, worauf er von selbst wieder durch seine eigene Schwere niedersinkt, wenn der schiebende Gegenstand vorbei passirt ist. Diese Bewegung des Hebels bewerkstelligt, daß derselbe bei einem zweiten oder dritten Vorbeigehen immer wieder gehoben werden kann, wodurch immer wieder ein Zahn eines bestimmten Rades um eine bestimmte Länge verschoben wird, worauf beim nächsten Anfassen des Hebels ein zweiter Zahn in gleicher Art weiter geht u. s. f. Man begreift wohl, daß, wenn das Rad 60 Zähne hat, 60 Verschiebungen gezählt werden können.

ist aber vielleicht nicht genug, man will mehr, man will weiter als bis 60 zählen, nun denn, so bringt man an die Axe dieses Rades ein zweites Rad, welches sich um einen Zahn vorwärts bewegt nicht früher als bis das andere Rad einen ganzen Umlauf gemacht hat. In diesem Falle wird das zweite Rad vielleicht 3600 Umgänge anzeigen, wenn es gleichfalls 60 Zähne hat, dies ist jedenfalls für ein Tagewerk, auch wohl für eine ganze Woche ausreichend.

Stellt man sich nun vor, das Gestelle, worauf die Wagen oder sonstigen Förbergefäße stehen, laufe, wie dieses bei einem Indicator unerläßlich ist, in zwei Leitseilen und der Zähler werde oben nahe an der Mündung des Schachtes so angebracht, daß die Leiste, welche längs der Leitung geht und eben die Leitung bewirkt, den Hebel treffen und verschieben muß, so ist hiermit jede Bedingung zum genauen und richtigen Zählen gegeben; es fragt sich nur noch, was wird geschehen, wenn derselbe Theil der Bank, auf der die Gefäße stehen, nachdem er zuerst den Hebel aufwärts in Bewegung gesetzt hat, nun wieder abwärts geht. Er muß nothwendiger Weise an demselben Hebel vorbei und muß auch nothwendiger Weise denselben herabdrückend in Bewegung setzen.

Das ganze Kunststück besteht darin, daß die Hebelvorrichtung solchergestalt angelegt ist, daß sie beim Abwärtsschieben keinen Maschinentheil in Bewegung setzt, sondern frei daran vorüberlaufend, das momentane Steigen des Hebels zwar veranlaßt, wie es nicht anders möglich ist, aber auch zugleich gestattet, daß eben derselbe Hebel durch die Schwere, also gewissergewissermaßen von selbst seine frühere Lage wieder einnimmt.

Diese Vorrichtungen lassen sich, wie man wohl einsieht, sehr leicht und an jeder Schachtmündung anbringen, sobald dieselbe nur von solcher Art, daß die Kübel nicht daran frei hängen und hin und her schwanken, sondern daß sie durch die Leitung gezwungen werden, an irgend einer bestimmten Stelle mit der Maschinerie, d. h. mit dem Hebel des Zählwerks in Berührung zu kommen, eine weitere Schwierigkeit findet sich dabei nicht.

Vorrichtungen zum Befahren der Schachte.

Wenn das Herausschaffen von Erzen und Mineralien überhaupt fördern heißt, so wird das Emporschaffen von Menschen, sei es nun durch ihre eigenen Kräfte oder durch irgend eine Maschinerie, das Fahren genannt, man fährt ein in den Schacht, man fährt auf, wenn man ihn verläßt.

In alten Zeiten hat man nur zweierlei Methoden dies zu bewerkstelligen gekannt, die Leute stiegen auf langen an einander hängenden Leitern senkrecht in den Schacht hernieder und hoben sich auf die nämliche Weise aus demselben oder sie setzten sich auf einen Kübel, wohl gar auf einen mit Erz gefüllten, und ließen sich mit demselben emporziehen, minder gefährlich, wenn sie den Schacht abwärts befuhren, denn in diesem Falle war der Kübel immer leer, das Gewicht war mithin nicht so groß und es war weniger Aussicht vorhanden, Arme und Beine zu brechen.

Ein lebensgefährliches Wagestück ist dieses Befahren eines Schachtes mittelst der Kübel immer; wie wir bereits oben gesagt, werden selten die Taue gewechselt bevor sie einmal gerissen sind und da Niemand voraussehen kann, wann dieses Reißen eintreten wird, so ist die Gefahr gar nicht hinwegzustreiten, wie sehr die Bergleute sich auch damit bemühen.

Sie vertheidigen diese Tollheit nicht sowohl als ein Wagniß, denn sie geben gar vor, daß dabei nichts gewagt werde, als vielmehr dadurch, daß sie behaupten, sie ersparten an Arbeitskraft.

Wenn nicht zu leugnen ist, daß das Gehen müde macht, daß Treppen- und Leitersteigen noch viel mehr müde macht als Gehen auf ebenem Boden, so wird sich gegen diese Behauptung kaum etwas einwenden lassen.

Wer einen 200 Fuß hohen Thurm auf einer Treppe bestiegen hat, deren Stufen nur 6 Zoll Höhe haben, wird sich jedenfalls sehr stark angestrengt fühlen, er wird diesen Weg nicht machen können, ohne ein paar Mal still gehalten und die übermäßig angestrengten Beine geruht zu haben.

Nun sind die Leitern eines Bergwerks aber nicht bequeme Treppen, welche man schräg auf- oder absteigt, sondern sie hängen senkrecht an einer Wand des Schachtes und ihre Stufen sind nicht 6 Zoll, sondern doppelt so hoch und der Fuß tritt nicht auf ein breites Brett, worauf er selbst in seiner ganzen Breite ruht, sondern er tritt auf eine schmale, runde Stange, welche der Sohle des Fußes wehe thut, da die ganze Last des Körpers auf diese eine Stelle drückt.

Endlich aber ist ein 200 Fuß tiefes Bergwerk bei weitem seltener als ein 200 Lachter tiefes, d. h. viel häufiger ist die zurückzulegende Strecke 1000 Fuß und darüber als nur 200 Fuß.

Es wird gar Niemanden einfallen zu behaupten, daß eine solche Steigung die Kräfte des Mannes nicht in Anspruch nehme, es wird Niemand behaupten, daß ein Arbeiter, der diesen Weg steigend zurückgelegt habe, noch so frisch an die Arbeit gehe, als er thun würde, wenn er [illegible] beschwerlichen Marsch nicht gemacht hätte. Wenn, wie dieses gewöhnlich der Fall, das Treppeabsteigen den Anfang macht und das Emporsteigen die Arbeit beschließt, so pflegen die Kräfte des Mannes so sehr [illegible]

zu sein, daß dieses Aufwärtssteigen von tausend und mehr Fuß ihm dergestalt schwer wird, daß er lieber noch eine Stunde länger mit dem Hammer oder Fäustel gearbeitet haben würde, wenn ihm dadurch das Emporklettern nur gespart wäre, übrigens braucht man sich nicht einzubilden, 1000 Fuß mit einer Leiter absteigen, greife nicht an, die Knie, durch deren Mechanismus der Körper langsam von Stufe zu Stufe gesenkt wird und die Arme und Hände, welche die Leiter fassen müssen, um den Körper zu führen und zu unterstützen, werden so stark angegriffen, daß der Mann nach vollendetem Wege vor Anstrengung zitternd sich niedersetzt, um sich zu erholen.

Die Leitern betreffend, so sucht man allerdings einige ihrer großen Uebelstände zu beseitigen, man macht die Stufen nicht höher als 8 Zoll und man macht sie wohl statt rund einige Zoll breit, so daß sie selbst aus Brettern bestehend und da diese sich bei häufigem Gebrauch bald auslaufen, welches die Tritthöhe unsicher macht, so belegt man sie entweder mit Eisenplatten oder man macht die ganzen Tritte, die Leitersprossen von Gußeisen, endlich stellt man die Leiter jetzt wohl nicht mehr an die Wand eines Schachtes, sondern in der Regel in eine Ecke desselben, so daß die Fußspitzen des Steigenden, welche immer über die Breite der Sprossen hinausgreifen, nicht an die Wand stoßen, sondern Spielraum haben.

Die Leitern, welche in einen Schacht hinabführen, laufen, wie begreiflich, nicht ununterbrochen fort, sondern sie werden von Strecke zu Strecke durch sogenannte Bühnen abgetheilt, das sind Gestelle, Ruhepunkte, welche dazu dienen, dem Arbeiter während des Steigens einen Augenblick Stillstand zu gewähren, so daß er Athem schöpfe und nicht nöthig habe, die ganze mehrere tausend Fuß lange Leiter in einer Fahrt zu erklimmen, eine Arbeit, die kaum durchzuführen wäre, selbst wenn der Bergmann eines solchen Steigens durch eine täglich wiederholte Uebung gewohnt sein sollte.

Wenn die Schachte einen großen Querschnitt haben, wenn sie geräumig und breit sind, so stellt man wohl die Leitern schräg, dergestalt, daß sie z. B. immer 100 Fuß lang von der einen Seite des Schachtes schräg nach der andern laufen, sie lehnen sich dann mit einer Seite an eine Wand des Schachtes und zwar immer an die längste, es sei denn, daß der Querschnitt des Schachtes quadratisch wäre, in welchem Falle es natürlicher Weise gleichgültig ist, an welcher von den vier gleichen Seiten die Leitern stehen. Dieselben sind 3 bis 4 Mal durch ziemlich starke, in das Mauerwerk des Schachtes eingelassene Balken gestützt, so daß sie sich beim Besteigen nicht biegen, ferner stehen sie unten auf der Bühne fest auf und zwar so, daß sie mit der Wand, an welcher sie enden, nicht einen spitzen

Winkel bilden, sondern noch bequemer Raum zum Aufsetzen des Fußes vorhanden ist.

Hier an dieser Wand fängt die zweite Leiter an und sie ragt mit einer senkrecht verlängerten Fortsetzung an der Schachtmauer so hoch empor, daß, wenn der Bergmann mit dem Fuß schon auf der Bühne steht, er doch die oberste Sprosse der neuen Leiter bereits ergreifen kann, ohne sich zu bücken, er steigt nun weiter hinab oder hinauf und so geht es in der Linie, welche man Zickzack nennt, immer hin und her, bei jeden 100 Fuß oder auch nur 80, 60 — wie viel Ruhepunkte man dem Bergmann gewähren und wie viel ununterbrochene Steigung man ihm zumuthen will — wechselt die Richtung.

Man hat auch noch eine andere Einrichtung, die nämlich, wo die Leitern sämmtlich einander parallel stehen, man mithin beim Steigen die Richtung nicht wechselt, dann aber muß der Weg, den die Leiter von einer Wandung zur andern macht, durch den Bergmann auf der Bühne zurückgelegt werden, er hat nach dem jedesmaligen Steigen 5 bis 6 Schritte, vielleicht auch ein Paar mehr, dies kommt natürlich auf die Ausdehnung des Schachtes an, zurückzulegen, um von da, wo er die eine Leiter verlassen hat, bis zur andern zu gelangen. Für diesen Fall muß die Bühne, auf welcher er schreitet, ein Geländer haben. Diese Bühnen ruhen gleichfalls auf Balken, die gut in das Mauerwerk oder in das Gestein des Schachtes eingelassen sind. Mit diesen Bühnen sind auch die Leitern durch starke, eiserne Klammern verbunden und man ist verpflichtet, in dieser Hinsicht alles Mögliche zu thun, um die Sicherheit der Leitern und dadurch die der Mannschaften festzustellen.

In den belgischen Bergwerken sind die einzelnen Leitern sehr kurz und in Folge dessen die Bühnen sehr häufig, alle 30 Fuß kann der Mann sich ausruhen und man behauptet, ein längeres Steigen ohne Ruhepunkt greife zu sehr an, aber wie jedes Ding zwei Seiten hat, so auch dieses. Wenn es wünschenswerth ist, die Mannschaft so wenig als möglich anzustrengen, so ist auch wiederum wünschenswerth, sie so wenig als möglich der Gefahr des Fallens auszusetzen und diese Unglücksfälle kommen gerade am häufigsten bei dem Uebergang von einer Leiter zur andern vor. Ebenso ist es mit der Stellung der Leitern, laufen dieselben im Zickzack, so wird der Ausgleitende oder Fallende nicht von der Bühne aufgehalten, denn da, wo die Leiter endet, von welcher er herabfällt, befindet sich die Oeffnung, durch welche er die nächste Leiter besteigen soll. Hier ist mithin eine g Gefahr vorhanden, als wenn die Leitern parallel stehen, aber da, w der Fall ist, hat der Mann, um von einer Leiter zur andern zu mehrere Schritte zu machen, bevor er die oberste Sprosse der neu

ergreift und wenn nun keine Geländer da sind, was zwar immer sein soll, aber häufig als hindernd unterlassen wird, so ist diese Beschreitung der neuen Leiter gerade das gefährlichste Stück Arbeit.

Auch die schräge Stellung, der Winkel, den die Leiter gegen den Horizont macht, ist in Betracht gezogen worden. Ist dieser Winkel ein rechter, hängt die Leiter ganz senkrecht an der einen Wand hernieder, so hängt die ganze Last des Menschen rückwärts in die Luft hinaus und er muß mehr mit den Händen als mit den Füßen arbeiten, nicht gerade steigen, aber wohl sich halten. Der Fuß hebt ihn von Sprosse zu Sprosse, aber ohne die haltende Hand würde er von der senkrechten Leiter herabfallen. Dadurch, daß Armen und Händen ein beträchtlicher Theil der Arbeit übertragen wird, spart man nicht das geringste von der Arbeit, welche die Füße zu thun haben, hieraus geht aber hervor, daß die Leiter, wenn man die Arbeitskraft der Leute schonen will, nicht senkrecht stehen dürfe.

Wie schräg denn nun? So schräg, daß beim Steigen der Mensch ganz gerade steht, daß die ganze Last seines Körpers auf den Füßen ruht und er nicht nöthig hat, die Arme anzustrengen, um den Körper in der Luft schwebend zu erhalten. Die Hände werden zwar von Stufe zu Stufe, von Sprosse zu Sprosse gelegt und dienen, um dem Körper Gleichgewicht zu geben, aber es ist nicht nöthig, sie durch Kraftanstrengung für die spätere Arbeit zu ermüden.

D i e s e schräge Stellung wird erreicht, wenn man den Winkel, den die Leiter mit der Horizontallinie, mit dem Fußbrett, auf welchem sie steht, macht, 70 Grad werden läßt (derjenige Winkel, den die Leiter mit der Wand macht, an welcher sie steht, beträgt alsdann 20 Grad). Diese 70 oder 20 Grad sind eine Grenze, über welche man nicht gern hinausschreitet und hinter welcher man auch nicht gern zurückbleibt. Eine steilere Stellung hat eine rückwärts hängende Lage und folglich eine immer wachsende Anstrengung der Arme zur Folge, eine mehr geneigte Stellung hat wieder zur Folge, daß der gerade stehende und steigende Bergmann mit seinen Händen die Leiter nicht erreichen kann, da er die Hände aber braucht, weil die Leiter immer keine Treppe ist, so muß er sich bei geneigter Lage vorwärts beugen, muß gewissermaßen auf allen Vieren, auf Händen und Füßen gehen und hat auch mit den Füßen keinen so sichern Tritt, übt keine solche elastische Erhebung des Körpers aus, als wenn er beim Besteigen gerade steht.

Alle diese Fragen werden wohl erwogen; alle diese Fragen sind gleichgültig wenn es sich um einen Hühnerstall handelt oder um einen Heuboden, welcher erstiegen werden soll. Dies wird Niemand eine Arbeit nennen, wo es sich aber um 2000 bis 3000 Leitersprossen handelt, da wird das Steigen zur Arbeit und da es eine Leistung ist, welche dem

Bergwerksbesitzer nicht das Geringste einbringt, wohl aber seine Arbeiter eines Theils ihrer Kräfte, die sie seiner Arbeit widmen wollen, beraubt, so sucht er alles Mögliche hervor, um ihnen gerade diese Arbeit möglichst zu erleichtern, wie es auch bei dem Tagelöhner in großen Städten durchaus nicht gleichgültig ist, wie viel Weg er zurückzulegen hat, bevor er zu seiner Arbeitsstätte kommt, beträgt dies z. B. eine halbe Meile, so muß der Mann seiner Ruhe, seinem Schlaf 2 Stunden abbrechen und das ist für Jemanden, der 14 Stunden arbeiten soll, gar kein Spaß, statt 14 Stunden Arbeit hat er 16, statt 10 Stunden Ruhe hat er nur 8, der Maurermeister, der Zimmermeister wird durch solche Leute immer schlechter bedient sein, als durch solche, die in größerer Nähe des Bauplatzes wohnen.

In französischen Bergwerken macht man nicht selten Leitern von Gußeisen, ja sogar Wendeltreppen sind angewendet worden und man kann nicht läugnen, daß sie ihre großen Vorzüge vor den hölzernen haben, abgesehen noch davon, daß sie in der Anlage kaum mehr kosten als hölzerne. Was sie besonders werthvoll macht, ist vor allen Dingen ihre große Haltbarkeit, sie bedürfen nur selten der Reparaturen und diese sind ebenso leicht ausgeführt, als sie selten nöthig sind. Nach Jahren erst laufen sich die Sprossen aus, dann wird eine und die andere, wie sie sich am mehrsten angegriffen zeigen, ausgewechselt und die Fahrt braucht keine Minute lang unterbrochen zu werden. Ein Vermodern, wie es in den Bergwerken häufig vorkommt, kann natürlich bei eisernen Leitern oder Treppen gar nicht stattfinden, sie verderben auch nicht die Luft innerhalb des Schachtes und gegen Rost werden sie, so weit sie frei der Luft ausgesetzt sind, dadurch geschützt, daß man sie in heißem Zustande mit Pech überzieht, da aber, wo die Stützen und Träger in das Gestein eingelassen sind, geschieht dieses entweder mit Hülfe des Vergießens in Blei, was natürlich schon gegen den Rost schützt, oder es werden die starken eisernen Stützen in größere ausgemeißelte Löcher getrieben, alsdann umwickelt man sie mit Talglappen, was gleichfalls gegen den Rost schützt, befestigt werden diese Stützen durch lange, sehr schmale Keile. Diese Stützen sind selbstverständlich nicht von Gußeisen, sondern von Schmiedeeisen.

Eine Unannehmlichkeit haben diese eisernen Leitern, sie macht sich jedoch nur während der Winterszeit und nur auf geringen Strecken in den Schacht hinein geltend. Sie nehmen oben in der Nähe des Tages die Temperatur der Atmosphäre an, wird es kalt, so beschlagen sie sogar durch den von unten her ausströmenden Dampf mit Reif, dann ist das Besteigen der Leitern sehr unangenehm und will man diese schneidende Empfindung an den Händen vermeiden, so bleibt nichts anderes übrig, als sich

Handschuhe zu bedienen, ist man einmal unter die erste Bühne hinab gekommen, befindet man sich 50 oder 60 Fuß tief unter der Erdoberfläche, so haben die Leitersprossen dieselbe Temperatur wie im Sommer, denn bis so tief bringt der Temperaturwechsel, den Sommer und Winter auf der Oberfläche der Erde hervorbringen, keineswegs.

Die gewundenen oder spiralförmigen Wendeltreppen sind beinahe ganz so zusammengesetzt, wie die jetzt so häufig in den Privatwohnungen angebrachten eisernen Wendeltreppen, nur sind sie um ein nicht Geringes steiler, damit sie möglichst wenig Raum einnehmen, sie werden namentlich in den französischen und belgischen Kohlenbergwerken gefunden. Die Ruheplätze sind in gleichen Entfernungen angebracht, wie sonst die hölzernen Bühnen, und sie bestehen in einer kreisförmigen, stark durchbrochenen gußeisernen Platte, welche drei Viertheile der Oeffnung des Schachtes bedeckt, solchergestalt, daß, um von einer Treppe auf die andere zu gelangen, man nahezu einmal den kleinen Kreis umschreiten muß, der den Durchschnitt des Schachtes bildet. Diese Treppen haben das sehr Angenehme, daß man der Hände eigentlich gar nicht bedarf, denn es sind, wie gesagt, nicht Leitern, sondern mit förmlichen Stufen versehene Wendeltreppen, auch befindet sich längs der Spindel, um welche sich die schraubenförmige Treppe dreht, ein Seil, woran man sich halten kann, wenn es nöthig ist, was übrigens wohl nur beim Absteigen wirklich der Fall ist.

Im Harz hat man angefangen, Leitern von Drahtseilen zu machen. Diejenigen Seile, welche nicht mehr brauchbar waren, um daran die Kübel zur Förderung der Erze zu hängen, werden in Stücke von angemessener Länge geschnitten, von Bühne zu Bühne schräg aufgespannt, an so vielen Punkten gestützt, wie die hölzernen Leitern, und es werden nun in das Drahtseil selbst die Sprossen eingeflochten. Man hat es auch noch solchergestalt versucht, daß man die hölzernen Sprossen mit mehreren Zoll tiefen Einschnitten versehen, zwischen die parallele Strecke des Seils geklemmt und die Sprossen selbst durch Umwickelung der Drahtseile in der erforderlichen Länge oder Entfernung aus einander gehalten hat, die eine wie die andere Art von Drahtleitern ist nicht nur im Harz, sondern auch in Ungarn mit Vortheil angewendet worden.

Sehr häufig werden die Schachte, welche zur Befahrung der Bergwerke dienen, gleichzeitig als Wetterschachte benutzt, natürlich nur für einfallende Wetter, niemals für ausziehende, denn diese sind so verdorben, daß sie das Athmen entweder gar nicht gestatten oder doch es sehr beschwerlich machen.

Damit der Luft, die in den Schacht hinab soll, um die verdorbene zu ersetzen, kein zu großes Hinderniß in den Weg gelegt werde, pflegt man

bei Leitern oder Treppen die Bühnen so durchsichtig wie möglich zu machen. Man belegt dieselben nicht mit Brettern, sondern mit Latten, und bei den eisernen Treppen sind erstens alle Sprossen von durchbrochener Arbeit, zweitens eine Stufe von der Arbeit immer durch einen freien Raum getrennt, nicht wie die Treppen in den Häusern durch eine senkrecht von Stufe zu Stufe reichende Wand, endlich ist auch der Ruheplatz, die eiserne Bühne, von stark durchbrochenen Platten, welche der Luft genügend Durchgang gestatten.

In vielen Ländern befährt der Bergmann den Schacht auf dem Seil, er macht es wohl gar auf die allerunsinnigste Weise in solcher Art, daß er sich auf den Rand des vollen Gefäßes stellt, an der Kette oder dem Seil sich festzuhalten sucht und nun durch die Maschine bis zu Tage gehoben wird. Wenn nun die auf und nieder steigenden Gefäße an einander vorbei gehen, so ist der Bergmann jederzeit in Lebensgefahr, aber auch an den übrigen Punkten der Bahn kann er durch die Schwankungen des Seils oder durch irgend eine andere Zufälligkeit das Gleichgewicht verlieren, herabstürzen und er ist dann immer rettungslos verloren. Diese und andere Fahrten mittelst des Seils sind in Preußen, Frankreich und Belgien bei schwerer Strafe verboten, an manchen Orten bei Strafe der sofortigen Entlassung, in andern Ländern macht man sich nicht so viel aus den Menschenleben, so in England, aber selbst in Schweden, wo wahrlich die Bevölkerung nicht zu groß ist, darf man die Bergwerke mittelst des Seils befahren, dort pflegt die Methode etwas anders zu sein, so z. B. stellen sich in Schweden die Arbeiter in das leere Gefäß, womit das Mineral gefördert worden ist, es stellen sich ihrer sechs bis acht hinein. Aus dieser Angabe geht schon hervor, daß die Gefäße groß sind und folglich eine Art von Garantie gegen gewisse Unglücksfälle geben. Der Rand des Fördergefäßes geht den Arbeitern bis über die Hälfte der Höhe ihres Leibes, sie befinden sich also von einer Gallerie umschlossen und sind so schon dem Fallen bei weitem weniger ausgesetzt, als wenn sie auf dem Rande eines Eimers ständen.

Diese Fördergefäße gehen ferner immer in Leitungen, es kann also der Fall gar nicht eintreten, daß ein auf- und ein absteigendes Gefäß einander begegnen, stoßen, erschüttern und auf solche Art Unglücksfälle herbeiführen.

Die Leitungen haben aber auch noch einen anderen hohen Werth für die Sicherheit der Bahn. Sollte das Unglück eintreten, daß das Seil, woran das Fördergefäß hängt, plötzlich zerreißt, so halten die Leitseile dieses Gefäß möglicher Weise ganz auf. Wenn nämlich dasselbe nicht vollkommen gleichmäßig belastet ist und auf einer Seite mehr Personen stehen als auf

der anderen, so wird eine Neigung des Gefäßes erfolgen und vermöge dieser wird die hölzerne Leitung, durch welche die beiden Leitseile gehen, diese klemmen und wenn nicht den Fall selbst verhindern, so doch wenigstens denselben so sehr verzögern, daß er nicht zu einem freien, vollständig beschleunigten Fall wird. In diesem Fall ist es nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, daß die Arbeiter mit dem bloßen Schreck davon kommen.

Man will sich indessen doch auf diese bloße Möglichkeit nicht gern einlassen und darum pflegt man Bremsen, sogenannte Fall- oder Fangvorrichtungen anzubringen, um diese Unglücksfälle zu beseitigen, wenn nicht völlig unmöglich, so doch mindestens weniger gefahrvoll zu machen.

Eine solche Bremsvorrichtung ist von ganz vorzüglicher Wirkung, fordert aber allerdings Leitungen von ganz besonderer Art, dieselben müssen nämlich nicht Seile, sondern sie müssen eigentliche Leitern sein, Leitern allerdings mit äußerst schmalen Stufen, an denen Niemand emporsteigen würde, weil er seinen Fuß nicht zwischen die Bäume auf die Sprossen setzen kann.

Die Leitern bestehen aus sogenanntem Kreuzholz, aus Fuß dicken Balken mittelst der Säge über Kreuz aufgeschnitten, wodurch aus einem Balken vier von der Hälfte des Durchmessers oder von dem vierten Theil des Querschnitts entstehen. Diese Bäume werden durch etwa Fuß lange Sprossen mit einander so verbunden, daß in jedem Baum 5 Zoll Holz stecken, also 2 Zoll zwischen beiden übrig bleiben. Durch die tiefe Einsenkung der Sprossen erhält die Leiter eine bedeutende Festigkeit, zugleich aber bildet sie, da die Einsenkung der Sprossen nicht in der Mitte, sondern auf einer Seite gemacht ist, die Gestalt einer langgestreckten Rinne, zwei solche Leitern, an den Wänden des Schachtes aufgestellt, nehmen einen Querstab zwischen sich, an welchem einerseits der Kübel oder die Fahrvorrichtung, andererseits aber das Förderseil befestigt ist. Der Balken, welcher als Leitung in den beiden Rinnen läuft, muß so ausgekehlt sein, daß er weder rechts noch links zu weit in die Leitung stoßen, noch eine Sprosse berühren kann, es muß aber auch wieder dasjenige Stück, welches zwischen den Wangen der Leiter befindlich ist, so weit hinein reichen, daß etwa vorkommendes Schwanken des Förderkastens ein Herausgleiten aus der Leitung nicht gestattet.

Um den Fall nun aufzuhalten, bringt man an diesem Balken eine Fangvorrichtung an, welche darin besteht, daß ein bewegliches Knie von Holz oder von Eisen über denselben läuft und dazu dient, um in der Mitte bei dem Gelenk des Knies das Förderseil zu befestigen und den Kasten daran zu heben. An eben diesem Gelenke, an welchem nach oben die Kette zieht, zieht der Kasten nach unten, das Knie hat gerade die Breite, welche

die Leitersprossen haben, und es reicht zwischen die Leitungen hinein, reicht aber keineswegs zwischen die Sprossen, dieses findet erst statt, wenn die beiden Schenkel, welche das Knie bilden, gerade gestreckt werden.

Setzen wir nun den Fall, das fördernde Seil reiße plötzlich, so läßt sofort diejenige Kraft, welche die beiden Schenkel empor und in die Gestalt eines Dreiecks zieht, nach, statt derselben wirkt von dem Augenblick, wo das Seil gerissen ist, fallend der Förderkasten, der an dem Knie hängt und er streckt dasselbe, so daß die beiden Schenkel in eine gerade Linie kommen, hierdurch werden sie verlängert und reichen nunmehr bis zwischen die Sprossen, der Kasten wird angehalten so wie beim Weitersinken die nächsten einander gegenüber liegenden Sprossen erreicht sind, da dieselben etwa einen Fuß weit von einander stehen, von Mitte zu Mitte, so kann kaum ein weiterer Fall als 8 Zoll stattfinden und so scheint denn diese Vorrichtung alles zu leisten, was man irgend von einer Hemmung erwarten kann, um jedoch nichts dem Zufall zu überlassen, so wird das Niederdrücken des Knies und das dadurch hervorgebrachte Ausstrecken der beiden Schenkel nicht ganz allein den Fall der Fördermaschine überlassen, sondern er wird durch ein paar starke, nach abwärts ziehende Federn befördert.

Mit dieser Bremse sind Versuche gemacht worden, das Gewicht derselben beträgt etwas über 2 Centner, das ganze Gestelle, welches daran hängt, um die Leute zu tragen, wiegt 12 Centner. Die Last, welche hineingeladen werden kann, beträgt 40 Centner und alles dieses wird durch die Fallvorrichtung bei einer Höhe von nicht mehr als 12 Zoll ohne die geringste Erschütterung des Apparates aufgehalten, aber abgesehen von allen theoretischen Auseinandersetzungen, hat sich die Sicherheit der Vorrichtungen bei einem Unglücksfall in Belgien, wo eine bedeutende Last gefördert worden war und das Seil zerriß, als die Last schon beinahe zu Tage stand, bewährt. Hier war also gerade der gefährliche Fall vorhanden, der Sturz würde durch die ganze Höhe des Schachtes gegangen sein, es erfolgte ein solcher gar nicht, die Schenkel des Knies streckten sich sofort, die fallende Maschine stak nach einer Senkung von kaum 2 Zoll zwischen den Leitersprossen fest.

Es kann auch ein umgekehrter Fall eintreten, der Sturz kann stattfinden, wenn das Seil noch ziemlich mit seiner ganzen Länge im Schachte hängt, dann wird das fallende Seil mehr Unglück herbeiführen, als der fallende Kübel; um dieses nun zu verhindern, ist über der ganzen Fahrmaschine ein Dach von Sturzblech mit starken eisernen Spreizen gestützt, angebracht. Das fallende Seil schlägt mithin auf dieses Dach, kann dasselbe vielleicht beschädigen, aber niemals so durchschlagen, daß die Beschädigung bis zu der Mannschaft gelangt, und demnach ist hierdurch dem Uebelstande mit dem fallenden Seile gleichfalls abgeholfen.

Ein anderer Apparat beruht auf ganz ähnlichen Grundsätzen, nur schiebt er die Stücke des fangenden und aufhaltenden Dreiecks nicht zwischen die Sprossen der Leiter, sondern es sind eben diese Arme gegen die Leiter- [illegible] gerichtet, sie haben an der Spitze einen Beschlag von gutem, zähem Eisen, welcher vierkantig und so wohlgeschärft ist, daß er ziemlich leicht bis auf eine gewisse Tiefe in das Holz gedrückt werden kann. Wenn bei dieser Vorrichtung ein Unglücksfall geschieht, so senken sich die Spitzen in die Leiterbäume, machen Anfangs eine Schramme auf jeder Seite und verzögern dadurch den Fall, treten aber mit jedem Augenblick tiefer in das Holz, bis zuletzt der Fall wirklich aufgehalten wird, die Maschine still steht.

Noch eine andere Art von Fangapparat, welche man übrigens viel eher eine Bremse nennen könnte, als die beiden vorhin beschriebenen, hat folgende Einrichtung.

Zwischen den Leiterbäumen geht ein Balken, welcher die Leitung bedingt, rechts und links von diesem Balken und mit demselben parallel laufen zwei Eisenstangen in Gelenken, welche sich nach oben nicht bewegen lassen, nach unten aber hohl sind. An diesen Stangen hängt sowohl die Last als auch daran das Förderseil befestigt ist, natürlich mit mehreren Ketten, nicht mit einer, sondern so, daß von drei oder vier Punkten an diesem eisernen Arm Ketten nach einem Haken emporgehen, mit dem das Förderseil beginnt.

So lange dieses wirkt, hält es die eisernen Arme aus einander, sobald es aber reißt, so zieht die Last eben diese beiden Arme herab und da sie in ihren Gelenken beweglich sind, so geben sie dem Zuge bis auf einen gewissen Punkt nach.

Dieser gewisse Punkt ist der Anschluß der Arme an die Bäume der Leitungen, je schwerer der Kasten ist, desto stärker drückt er diese Arme von beiden Seiten gegen die Leitbäume und der Fall wird dadurch dergestalt verzögert, daß die den Schacht Befahrenden ungefährdet am Boden anlangen; damit sie aber auch hier keinen Stoß erhalten, keine beschädigende Erschütterung, so ist unter dem Fahrapparat eine große, starke Sprungfeder angebracht, welche den plötzlichen Stoß in einen vermehrten Druck verwandelt.

Diese Bremse hat einen gewissen Vortheil vor den anderen, falls sie wirklich vollständig wirksam ist, so hat sie das Angenehme, daß sie die Leute bis auf den Boden hinab befördert, die beiden anderen Bremsen verhindern zwar den Fall, aber sie lassen die Fahrenden ein paar hundert oder ein paar tausend Fuß hoch in der Luft schweben und man muß ihnen erst zu Hülfe kommen, um sie aus ihrer Lage zu befreien, was vielleicht nicht ganz ohne Mühe ist.

Man hat Berechnungen angestellt, welche Art von Befahrung eines Bergwerks die am wenigsten kostspielige sei, d. h. welche den geringsten Arbeitsverlust mit sich bringt, zuerst muß man bemerken, daß an der Leiter alle Mannschaften einer Abtheilung oder Schicht gleichzeitig hinter einander hinab steigen und hinauf steigen können. Man hat gefunden, daß dieser Verlust durch das Befahren der Grube am Seil beträchtlich mehr als doppelt so groß ist, als bei dem Befahren auf der Leiter und man pflegt daher die Leute immer bergab steigen zu lassen, weil dieses dem Unternehmer am wenigsten kostet, dagegen empor fahren zu lassen, weil hier der Zeitverlust den Bergmann trifft, man hat ferner berechnet, daß bei 250 Mann für jede Arbeitsschicht der Geldverlust sich jährlich auf 14,500 Thaler beläuft, man hat dieses nicht etwa an einem einzelnen Orte bemerkt, sondern überall, wo man geneigt gewesen ist, Rechnungen dafür anzustellen. In England nimmt man an, daß der wöchentliche Arbeitsverlust an einem jeden Bergmann 3 Schilling, d. h. einen preußischen Thaler betrage, nehmen wir nun an, daß 250 Mann arbeiteten, täglich 3 Mal wechselten und für jeden also ein wöchentlicher Verlust von 1 Thaler berechnet werden müßte, so würde dieses im Jahre einen Verlust von 39,000 Thalern bedeuten. Dies dürfte wohl Grund genug sein, um auf etwas zu denken, was den Leuten die Fahrt erleichterte, was die Sache bequemer und schneller, mit weniger Zeit, also mit weniger Zeitverlust verbunden machte. Diesen Zweck haben die sogenannten Fahrkünste, welche sich besonders bei großen Tiefen der Bergwerke als etwas Gebieterisches herausstellten, man wollte behaupten, daß dort, wo die Erarbeitung der Erze mühsam und kostbar, der Verlust von einem Thaler wöchentlich an jedem Bergmann den ganzen möglichen Gewinn der Unternehmung erschöpfte und da man nun am Harze viel Wasserkraft hat, ja sich sogar bei der schon benutzten Wasserkraft ein bedeutender Ueberschuß über den Bedarf ergab, so ist man dort zuerst zu solchen mechanischen Hülfsmitteln geschritten.

Vor allen Dingen ist hierbei immer eine Dampfmaschine oder bedeutende überschüssige Wasserkraft vorausgesetzt, fehlt diese, so ist das ganze Unternehmen im Keime erstickt, ohne eine beträchtliche Kraft, mittelst deren man viele Centner heben kann, läßt sich keine Fahrkunst anbringen, ferner unerläßlich ein Schacht von beträchtlicher Weite, der entweder noch als Luftschacht gebraucht oder lediglich behufs der Fahrten benutzt wird. Um zugleich darin Wasser oder die vorhandenen Mineralien zu fördern, kann man einen solchen Schacht für Fahrkünste nicht brauchen, es müßte denn sein, daß er durch Zimmerung vollständig und von unten und oben getheilt wäre, da es immer wieder darauf hinaus läuft, daß der Schacht für Fahrkünste für sich allein bestehe.

Oben über der Schachtöffnung muß ein starkes Gebälk in zwei sehr starken Axen beweglich sein, die Konstruktion desselben ist die eines jeden Wagebalkens, nur mit dem Unterschiede, daß das Zünglein dieselbe Stärke hat, wie die beiden horizontal laufenden Theile des Wagebalkens.

An dem Zünglein befindet sich das Gestänge, welches zur Dampfmaschine oder zum Wasserrade führt und dort mit dem Krummzapfen der Maschine solchergestalt verbunden ist, daß während das eine Ende des Gestänges an dem Krummzapfen befestigt, eine Kreisbewegung macht, das andere Ende an dem Zünglein der Wage, an dem aufrecht stehenden Theil des dreiarmigen Gebälks blos hin und her geht.

Es ist genau das Umgekehrte von dem, was uns die Dampfmaschine zeigt oder von dem, was jedes Spinnrad, jede Drehbank zur Anschauung bringt. Das Umgekehrte bei der hier vorliegenden Maschine ist die Kreisbewegung des Krummzapfens, dasjenige, was die Maschine in Thätigkeit setzt, bei der Dampfmaschine oder der Drehbank ist es der auf- und abgehende Tritt der Drehbank, der geradlinig hin- und hergehende Stempel des Cylinders, welcher die Kreisbewegung des Rades hervorbringt.

Ein Jeder sieht leicht ein, daß dieses Hin- und Hergehen des aufrecht stehenden Balkens ein Auf- und Absteigen der beiden horizontal liegenden Balken zur natürlichen Folge hat.

Auf dieser auf- und absteigenden Bewegung beruht die ganze Fahrkunst. Gerade unter dem Drehungspunkt des oben beschriebenen Gebälks steht eine Leiter, welche senkrechte Lage hat, sie ist an der Wand des Schachtes befestigt und zwar in der Mitte der Ausdehnung derselben und sie dient als Nothbehelf, als Aushülfe für einen nicht vorhergesehenen Unfall, die Maschinerie zum Aus- und Einfahren steht auf beiden Seiten der Leiter.

Diese Maschinerie besteht gleichfalls aus zwei Leitern, aber es sind die Sprossen nicht 8 oder 10 Zoll, sondern sie sind 10 Fuß weit von einander entfernt, diese beiden so weit geschichteten Leitern hängen an den beiden Armen des oben beschriebenen Wagebalkens, sie sind so lang als die Fahrt überhaupt ist, d. h. so lang als der Schacht, der durch dieses Kunstwerk befahren werden soll. Steht die Maschine in Ruhe und hängen die beiden Arme, woran sich die Leitern befinden, horizontal, so schweben die hängenden Leitern 5 Fuß hoch über dem Boden des Schachtes, wird die Maschine in Thätigkeit gesetzt, so senkt sich die eine Leiter so weit herab, bis der Gang der Maschine nach dieser Seite hin erschöpft ist, soweit als überhaupt das Gestänge und der Arm gestattet, das ist allemal bis auf den Boden des Bergwerks, bis auf die Stelle, auf welcher die Arbeiter stehen. In demselben Augenblick ist die andere lang ausgedehnte

Leiter 10 Fuß hoch über den Boden des Schachtes erhoben und ihr oberes Ende reicht genau bis an die Mündung des Schachtes. In dieser Stellung besteigt zum Ein- oder zum Ausfahren ein Mann die Sprosse der einen Leiter, welche ihm dienlich ist, z. B. es soll ausgefahren werden, so wird ein Mann sich auf die unterste Stufe der Leiter stellen, welche gerade am Boden des Bergwerks steht.

Nunmehr geht die Maschine ihren Gang, sie macht an dem Krummzapfen eine halbe Umdrehung, der aufrecht stehende Theil des Wagebalkens bekommt eine Neigung, derjenigen entgegengesetzt, welche er zuerst hatte. Hierdurch wird die Leiter, welche unten steht, gehoben und die Leiter, welche oben steht, wird gesenkt. Sobald sie auf dem Boden steht, betritt ein Bergmann dieselbe, gleich hinterher wird die Bewegung wieder umgekehrt und die erste Leiter steht nun wieder am Boden bereit einen dritten Mann aufzunehmen. Sogleich kehrt sich das Spiel um, die andere Leiter kommt herab und wird von einem vierten Mann bestiegen.

Wir haben jetzt wohl guten Grund zu fragen, wo bleiben denn die Leute, welche zuerst auf die unterste Stufe gestiegen oder wenn vielleicht zwei, drei und mehr auf der untersten Leiterstufe Platz haben, warum sind sie nicht alle gleichzeitig aufgestiegen, warum läßt man den ersten Besteiger eine Fahrt auf und nieder machen, bevor der zweite Mann sich zu ihm gesellt?

Dieser Fall braucht gar nicht betrachtet zu werden, denn er existirt nicht, jede solche 10 Fuß von der andern entfernte Sprosse kann nur einen Mann aufnehmen. Dieser eine Mann, zuerst unten aufgestiegen, hat sich mit dieser Leiter 10 Fuß hoch erhoben, in welcher Zeit die andere Leiter 10 Fuß herabgesunken ist.

Die Maschine bewegt den Wagebalken immerfort hin und her, so daß der Marsch in einer Minute etwa 10 Mal wiederholt wird, aber von jeder Bewegung zur andern, von jeder Umwandlung des Sinkens einer Leiter in ein Emporsteigen findet ein Augenblick Ruhe statt. Die Sprossen der Leiter, alle gleich weit von einander, sind genau so gestellt, daß, wenn die eine Leiter am Boden steht und die andere sich zur Schachtmündung erhoben hat, sämmtliche Stufen querüber in einer Linie stehen. Die zweite Stufe der am Boden stehenden Leiter ist genau in derselben Linie mit der ersten hochhängenden Leiter, die dritte Stufe der unten stehenden in derselben Linie mit der zweiten Stufe der hängenden und wenn dieses Spiel sich umkehrt, so daß die hängende zur stehenden wird und die bisher am Boden fußende nunmehr mit ihrem Kopf an der Schachtmündung steht, so ist alles das von dieser jetzt unten stehenden Leiter genau ebenso wahr, wie dasselbe wahr ist von der andern, die vorher unten stand.

Man sieht nun sehr wohl und sehr leicht ein, wie die Leute von den Stufen herunter kommen werden, um andern Platz zu machen, die nach ihnen folgen und um selbst das Bergwerk zu verlassen.

Der Bergmann, welcher beim Beginn der Bewegung auf die unterste Stufe der stehenden Leiter trat, wird augenblicklich darauf um 10 Fuß gehoben und steht nunmehr parallel mit der zweiten Stufe der hernieder gegangenen Leiter. Er benutzt den Augenblick des Stillstandes, welchen die Maschine bietet, und tritt von seiner ersten Leiter bei der in der Mitte stehenden vorbei auf die zweite Leiter, sowie er deren zweite Stufe erreicht hat, hebt sich diese Leiter auch schon und nach 5 Sekunden befindet er sich wieder 10 Fuß höher parallel mit der dritten Stufe der stehenden, der nach unten gesunkenen Leiter. Er hat eine Sekunde Zeit, um auf diese dritte Stufe zu gelangen, dann geht die Leiter mit ihm empor, die andere sinkt nieder und wenn sie stillsteht, um in den entgegengesetzten Gang zurückzukehren, hat der Bergmann Zeit, auf die dritte Stufe der nunmehr unten stehenden Leiter zu steigen und sofort auf dieser wieder um 10 Fuß gehoben zu werden.

Man sieht, welch' eine Zeit und welch' eine Kraftersparniß durch dieses einfache Wechselspiel der zwei Leitern hervorgebracht wird, in einer Minute ist der Mann um 100 Fuß gestiegen und hat dabei nur 10 Schritte von rechts nach links und von links nach rechts gemacht, der Schacht von 400 Fuß Tiefe fordert also nur 4 Minuten, der Schacht von 1000 Fuß Tiefe fordert 10 Minuten und nichts weiter und wenn er nach 10 Minuten oben auf seiner Leiter steht, so tritt er aus dem Schacht heraus, ohne ermüdet, ohne abgearbeitet zu sein.

Nun wird der Leser wieder fragen, wo ist denn eigentlich die Zeitersparniß, wenn Jedermann zur Entfernung aus dem Schacht 10 Minuten braucht, so werden wir für einen Schacht von 72 Bergleuten 12 Stunden brauchen, da sie aber 8 Stunden arbeiten sollen und 12 Stunden die Fahrt dauert, so werden sie nicht viel zur Ruhe kommen.

So wäre es gewiß, wenn jeder folgende Bergmann warten müßte, bis der erste oben zum Schacht hinaus ist, er wartet aber nur so lange, bis der erste Mann 10 Fuß gehoben ist, dann tritt er auf die zweite Leiter, die sich unterdessen 10 Fuß gesenkt hat, und auf dieser Leiter sind nunmehr zwei Mann, welche empor steigen, die sich senkende andere Leiter bietet sogleich einem dritten Mann Gelegenheit, ihre unterste Sprosse zu besteigen und so sieht man leicht, daß die Fahrt des einzelnen Mannes aus einem 1000 Fuß tiefen Schacht zwar 10 Minuten dauert, die Fahrt von 10 Bergleuten aber nur 11 und die Fahrt von 20 nur 12 Minuten, wobei immer jeder einzelne für sich 10 Minuten beansprucht, wenn aber 100 Bergleute

auf diese Weise die Fahrt machen, doch immer nur 20 Minuten gebraucht werden, es ist auf solche Weise mithin ein Kraft- und Zeitgewinn entstanden von so bedeutender Art, daß man die Kosten eines solchen Baues gern anwendet und glaubt, in wenigen Monaten diese Kosten gedeckt zu haben durch Gewinn an Zeit wie an Arbeitskraft.

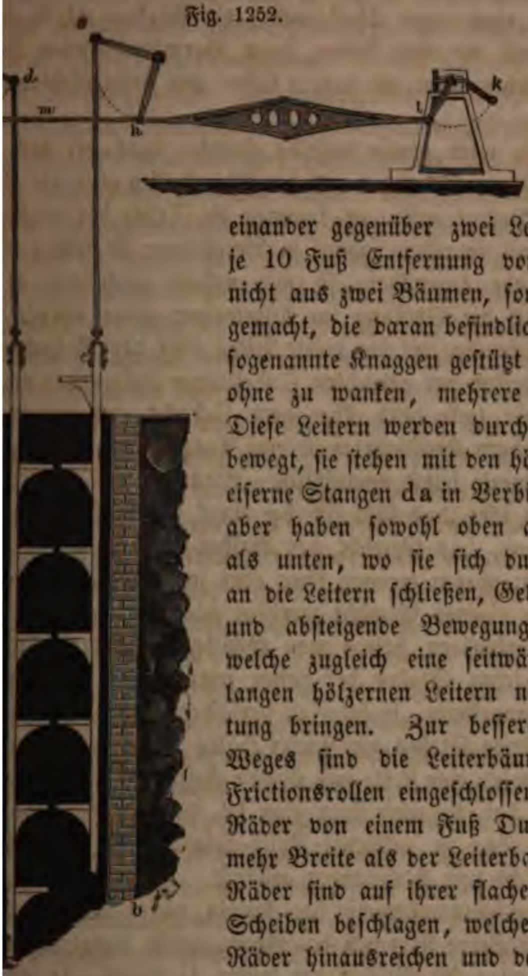
Die Leitern, welche fallen und steigen, sind, wie begreiflich, nicht mit gewöhnlichen Sprossen versehen, sondern sie haben breite Tritte, welche groß und stark genug sind, um dem Bergmann zu gestatten, daß er mit beiden Beinen bequem darauf stehe, ferner haben die Leiterbäume immer in der Höhe von 4 oder 5 Fuß starke eiserne Handgriffe, an denen sich die Fahrenden festhalten können, die ganzen Leitern mit so viel Mannschaften besetzt haben zwar ein bedeutendes Gewicht zu tragen und die Ketten, an denen sie hängen und mittelst deren sie auf- und niedergelassen werden, haben nicht nur dieses, sondern auch noch das ganze Gewicht der Leitern selbst zu halten, allein natürlich muß hierauf die ganze Anlage berechnet sein, die Kette und Axe müssen eine solche Stärke haben, daß sie das Zehnfache von dem tragen würden, was man ihnen zumuthet. Es sind daher die Leiterbäume entweder ganz von gewalztem Eisen oder sie sind von Holz und dann mit Eisenschienen beschlagen. Um die Bewegung derselben möglichst leicht und gleichförmig zu machen, bringt man statt der Wagebalken eine Kreisscheibe an, welche ebenso wie der Wagebalken hin und her bewegt wird, aber das Angenehme hat, daß die Ketten, welche daran aufgezogen werden oder daran herabsinken, stets genau in derselben Linie bleiben, indessen an Hebelarmen hängend sie sich in ihrer Richtung verschieben, nicht blos auf und absteigen, sondern auch rechts und links gehen, endlich sind die Leitern selbst von Strecke zu Strecke durch Arme mit der Wandung des Schachtes so verbunden, daß sie zwar die Bewegung auf und ab ungehindert machen, aber sonst keine andere als nur gerade diese erhalten können. Große Sicherheit gewährt ferner die Leiter, welche in ganz gewöhnlicher Art konstruirt zwischen den beiden beweglichen Fahrstellen steht. Sollte irgend etwas an der Maschinerie stecken, so haben die Leute, welche auf der Fahrt sind, nichts weiter zu thun, als einen halben Schritt statt eines ganzen nach rechts oder links zu machen und mit diesem halben Schritt ihren Fuß auf der Leiter zu fassen, wodurch sie sofort aus aller Verbindung mit der Maschinerie gesetzt sind.

Auch bei diesen sogenannten Fahrkünsten finden sich übrigens Abtheilungen, sogenannte Bühnen, namentlich aber da, wo Strecken in den Schacht münden, damit auch aus den Seitengängen noch in verschiedenen Höhen Leute zu der Fahrt gelangen und [illegible] können.

In England hat man gleichfalls und zwar zur Befahrung noch tieferer

te solche Maschinen oder Künste eingerichtet. Diese Maschinerie ist en beschriebenen in solcher Weise ähnlich, daß man die vorhin be-

Fig. 1252.



schriebene aus der gegenwärtigen Zeichnung erklären, verstehen kann. Der Schacht a b hat eine Tiefe von 1440 Fuß, in derselben hängen einander gegenüber zwei Leitern mit Tritten in je 10 Fuß Entfernung von einander, sie sind nicht aus zwei Bäumen, sondern nur aus einem gemacht, die daran befindlichen Tritte sind durch sogenannte Knaggen gestützt und sind im Stande, ohne zu wanken, mehrere Centner zu tragen. Diese Leitern werden durch die Winkelhebel d e bewegt, sie stehen mit den hölzernen Leitern durch eiserne Stangen d a in Verbindung, diese Stangen aber haben sowohl oben an den Winkelhebeln, als unten, wo sie sich durch eiserne Beschläge an die Leitern schließen, Gelenke, so daß die auf- und absteigende Bewegung dieser Winkelhebel, welche zugleich eine seitwärts gehende ist, die langen hölzernen Leitern nicht aus ihrer Richtung bringen. Zur besseren Sicherung dieses Weges sind die Leiterbäume auch noch durch Frictionsrollen eingeschlossen, das sind hölzerne Räder von einem Fuß Durchmesser und etwas mehr Breite als der Leiterbaum Dicke hat. Diese Räder sind auf ihrer flachen Seite mit eisernen Scheiben beschlagen, welche über den Rand der Räder hinausreichen und demnach den Bau der Leiter von zwei Seiten umfassen, während das lbst mit seiner breiten Fläche die dritte Seite berührt. Die Stellen, chen diese Frictionsrollen die Leitern berühren, sind mit sehr glatten ienen beschlagen und die Berührungsstellen werden immer reichlich lg versehen, so daß die Reibung möglichst vermieden wird.

amit die Bewegung auf und ab gleichzeitig werde, sind die beiden lfte der Winkelhebel h und f durch eine Stange m mit einander den, diese Stange aber wird wieder durch eine andere an demselben

Gelenke angebrachte Schiebestange hl zu dem Krummzapfen oder einem ihn vertretenden Winkelhebel kl geführt, dessen Bewegung die Maschinerie in Thätigkeit setzt. Von wo er die seinige erhält, ist gleichgültig, ob von einer Dampfmaschine oder einem Wasserrade, die Wirkung bleibt dieselbe, beim Zurückziehen sinkt die eine Leiter, beim Vorwärtsschieben sinkt die andere, beim Zurückziehen steigt die andere Leiter und beim Schieben steigt die erste.

Auf solche Weise wird genau dasselbe erreicht, was bei der andern vorher beschriebenen Veranstaltung durch den Wagebalken oder die ihn vertretende Rolle bewerkstelligt wird, es kommen die Tritte der verschiedenen Leitern abwechselnd mit einander nahezu in Berührung, sie stehen einander alle 6 Sekunden gerade gegenüber, so wie unsere Zeichnung es giebt, 6 Sekunden später ist die Stellung im Allgemeinen zwar wieder ebenso, aber wenn unsere Zeichnung jetzt die rechte Leiter über dem Schachte stehen hat, so wird nach Verfluß der gedachten 6 Sekunden diese rechte Leiter sich gesenkt haben und die linke wird über dem Schacht emporragen. Bei diesen wie bei den andern Kunstfahrten ist eine Ausgleichung des ungeheuren Gewichts der Maschinerie selbst unerläßlich. Was sich bei 200 Fuß ohne alles Weitere machen läßt, das läßt sich bei einer 10 Mal größeren Tiefe nicht so leicht erreichen, das Gewicht der Balken wird so groß, daß der untere Theil sich vom oberen trennen kann oder mit anderen Worten, daß die Stange durch ihr eigenes Gewicht zerrissen wird.

Um dieses zu verhindern, bringt man Gleichgewichtsvorrichtungen an. Die Schwere eines jeden Stoßes der Leiter wird durch die Wage vermittelt, wir wollen annehmen, je 50 Fuß derselben wögen 3 Centner, so wird in der Mitte dieses Stoßes ein starker Haken eingeschraubt oder sonst wie befestigt, daran wird eine Kette mit flachen Gelenken eingehängt, welche etwa 15 Fuß Länge hat, sie wird über eine 12 Fuß von dem Punkte der Einschraubung nach oben zu entfernte Rolle geleitet und an das andere Ende wird ein Gewicht von 3 Centnern gehängt.

Durch diese Versichtsmaßregeln hat mithin dieser Theil der Leiter kein Gewicht, denn dasselbe ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen, wenn man das nun mit allen 30 Stößen der Leiter so macht, so wiegen die 90 Centner, welche die Leiter selbst hat, nichts mehr, denn alle 90 Centner sind durch Gegengewichte aufgehoben, genau dasselbe findet auch mit der gegenüberstehenden Leiter statt. Man sieht, von welcher Wichtigkeit eine solche Anordnung ist, die gewaltige Maschinerie, welche nöthig war, um ein Gehänge von 180 Centnern zu tragen und von welcher man forderte, daß sie außer diesem auch noch die Mannschaften bewegen sollte, die ganze Kraft dieser Maschine reducirt sich darauf, die Leute allein zu heben.

Hieraus geht hervor, daß der Ueberschuß an Kraft, den eine Maschine über die sonst in den Bergwerken erforderlichen Arbeiten haben muß, um die Fahrkunst in Bewegung zu setzen, so sehr groß gar nicht sei, daß man also eine solche wird anlegen können, ohne eine neue Maschine zu brauchen oder ohne die vorhandene zu überspannen.

Bei den engländischen Maschinen füllen die Tritte der beiden Leitern, wenn sie einander gegenüber stehen, den ganzen Schacht aus bis auf einen geringen Zwischenraum von etwa einem halben Fuß, dieses hat den großen Vortheil, daß, wenn ein Mann etwas ungeschickt verfährt und von einer Stufe herunterfällt, er nicht anders als bis auf die nächste Stufe kommen kann, es sei denn, daß er überaus unglücklich fiele, daß er im Moment des Zusammentreffens der kleinen Tritte gerade zwischen zwei käme, da er dann allerdings zerquetscht und bei der Weiterbewegung herabgeworfen werden würde, wiewohl immer auch nur auf die nächste Bühne.

Noch eine dritte Art von Fahrkünsten hat man erfunden, die erste derselben wurde in dem Bergwerk Andreasberg angewendet, man brauchte statt der hölzernen Leiterstangen Seile von Draht, auch dieser Apparat hat eine bedeutende Größe, der Schacht, in welchem er angewendet wird, hat 2460 Fuß Tiefe, was aber die Sache besonders schwierig macht, das ist die wechselnde Neigung des Schachtes, derselbe geht zuerst in einer Richtung von 85 Grad abwärts, dann wird er senkrecht, dann fällt er wieder schräg ein, aber in entgegengesetzter Richtung, wie am Anfange, und endlich wird er wieder senkrecht.

Das Gestänge dieser Fahrkunst kann nur uneigentlich so genannt werden, denn es besteht nicht aus Stangen, sondern aus Drahtseilen, die einzelnen Drähte haben etwas mehr als ¼ Zolle Dicke. Das oberste Ende, welches die größte Last zu tragen hat, besteht aus 36 solchen Drähten, ein ferneres Stück aus 35, aus 34, die Zahl der Drähte nimmt immer mehr ab, endlich beträgt sie nur noch 2. Die Last verringert sich also immer mehr, das Seil wird da, wo es am wenigsten zu tragen hat, am schwächsten und jede weitere Leistung, die man ihm zumuthet, wird möglich gemacht durch eine neue Verstärkung eben dieses Seiles.

Es sind, wie bereits bemerkt, zwei solcher Seile neben einander für jede Leitung, diese zwei Seile sind von Strecke zu Strecke durch eiserne Ketten mit einander verbunden und diese Ketten wieder haben in der Mitte der Spannung eine andere mit flachen Gliedern, welche über eine Rolle läuft und ein Gegengewicht trägt, wodurch auch hierbei das Gewicht des Seiles ausgeglichen wird.

Zwischen den Drahtseilen sind Stufen angebracht, welche 10 Fuß weit von einander stehen, von Holz sind, aber mittelst weich geglüheter Drähte

an die Seile gebunden und mit ihnen so vereinigt sind, daß sie nicht wanken können und daß die Entfernung der Seile von einander stets dieselbe bleibt, auch diese Seile laufen auf Frictionsrollen, welche besonders da häufig angebracht sind, wo die Richtung des Schachtes keine senkrechte, sondern eine geneigte ist, überall, wo dieses stattfindet, laufen die Seile auf dem sogenannten Liegenden und der Bergmann steht zwischen dem Liegenden und dem Hangenden. Die Stellen, bei welchen die Richtungen wechseln, sind zugleich diejenigen, an welchen größere Bühnen angebracht sind, um mehrere Leute aufzunehmen, hier werden die Seile durch Frictionsrollen gegen den Winkel gedrückt, in welchem die Biegung vor sich gehen muß, wenn dieses nicht der Fall wäre, würden sich die Seile von den Schachtwänden lösen und Diagonalen bilden, was natürlich nicht geduldet werden kann, da die Seile sich selbst zerstören und ferner die sie besteigenden Leute zwischen dem Seile und dem Hangenden zerrieben werden würden.

Diese Bauten haben sich überall, wo man sie einführte, bewährt und haben einen wesentlichen Nutzen hervorgebracht, nicht nur wird die Zeit der Ausfahrt auf ein Drittel, ja auf ein Viertel reducirt, die Arbeitszeit also verlängert, sondern man kann auch erfahrene Bergleute länger brauchen. Dort, wo keine Kunstfahrten bestehen, pflegt der Bergmann schon in der Nähe des fünfzigsten Jahres als stumpf angesehen zu werden, als bergfertig, wie man sich darüber auszudrücken pflegt, daher so viel ausgenutzte Bergleute in der Welt umherlaufen und sich ihr Bischen Brot durch Zeigen von kleinen mechanischen Kunstwerken zu verdienen suchen, denn der Bergwerksbesitzer hält sich nicht für verpflichtet, den Mann, der ihm seine Jugend und Manneskraft geopfert hat, auch in seinen alten Tagen noch zu beschäftigen. Ein Mann von 50 Jahren aber kann einen Schacht von 1200 Fuß Tiefe nicht täglich besteigen, dies gestatten seine Kräfte nicht, dies duldet seine Lunge nicht, die Fahrkünste machen es möglich, daß der Mann wenigstens 10 Jahre länger im Bergwerk beschäftigt werden kann, denn das Aus- und Einfahren strengt seine Kräfte nicht an.

Das Befahren des Bergwerks durch die Fahrkunst ist übrigens in vielen Bergwerken verboten, die Leute sollen auf den Leitern hinabsteigen und die Fahrkunst nur zum Ausfahren benutzen, es ist schwer, den Grund hiervon einzusehen und zwar um so mehr, als man die Kunstfahrten für so vortheilhaft hält, daß man sie in vielen Bergwerken eingerichtet hat, wo man nicht Maschinenkraft übrig hatte, sondern wo man für dieselbe[illegible] eigene Dampfmaschine erbauen lassen mußte.

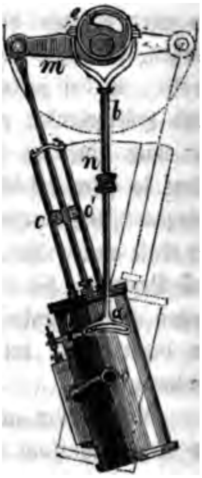
Was die Art der Mittheilung der Bewegung betrifft, welche [illegible]genden und sinkenden Leitern durch die Maschine erhalten, so [illegible] zweierlei sein, entweder eine solche, wie unsere Zeichnung Seite [illegible]

giebt, wo derselbe Arm einer Maschine hin und her gestoßen wird, oder diejenige, wo ein Krummzapfen, an einem Schwungrade befindlich, das eine Ende der Leitstange im Kreise umherführt.

Beide Methoden werden ohne Unterschied angewendet, wiewohl dies schwer begreiflich ist, da die Methode der Bewegung durch einen im Kreise schwingenden Krummzapfen die unvergleichlich bessere ist.

Zwischen dem Hin- und Hergang findet immer ein sogenannter todter Punkt, findet ein Stillstand statt, von welchem die Bewegung langsam anfängt, immer schneller und schneller wird, in der Mitte des Hubes am lebhaftesten ist, dann sich wieder verlangsamt und schließlich in den Moment des Stillstandes übergeht.

Fig. 1253.



Wir können uns dies versinnlichen an der hier mitgetheilten Figur 1253, welche ein Bruchstück einer Dampfmaschine zeigt, nämlich den Cylinder einer oscillirenden Maschine und den Krummzapfen des Schwungrades. Der Krummzapfen m soll abwärts gehen, er befindet sich in der Stellung, in welcher er am schnellsten bewegt wird, je weiter er nach unten kommt, um senkrecht zu stehen, desto langsamer wird seine Bewegung von oben nach unten, er dreht sich immerfort gleich schnell, aber diejenige Bewegung, welche er hat, wenn er in der Richtung von m steht und welche von oben nach unten genannt werden mag, ist hier am lebhaftesten; wenn derselbe nach der Stelle b gekommen ist so hat er eine solche Bewegung von oben nach unten gar nicht, denn die von rechts nach links geht uns nichts an, sie schiebt das Gestänge weder hin noch zurück. Gleichmäßig fortlaufend, ist also doch hier die schiebende Wirkung des Krummzapfens die geringste. In seinem Weiterlauf kommt derselbe in die punktirte Stellung, um sich dahin zu erheben, durchläuft der Krummzapfen zuerst eine Strecke beinahe ganz horizontal, auf dieser Strecke zieht er nur äußerst wenig, sein Zug wird aber lebhafter, je mehr er sich der Richtung nähert, welche der zuerst bezeichneten entgegengesetzt ist, er läuft nun weiter und wird nach einer neuen Viertelumdrehung ganz oben stehen, diese Stelle aber wird er nur dadurch erreichen, daß er, wenngleich stets mit der nämlichen Geschwindigkeit forteilend, doch seinen eigentlichen Hub immer mehr und mehr verringert, so daß zuletzt die hebende Kraft gleich Null wird und sich dann in eine langsam schiebende verwandelt, welche wiederum wächst, mehr und mehr zunimmt,

dann wieder abnimmt ꝛc., bis der todte Punkt unten sowohl erreicht ist, als der todte Punkt vorher oben erreicht worden war.

Dieser langsame Uebergang vom Steigen zum Sinken und vom Sinken zum Steigen ist auf keine Weise als durch den Krummzapfen herzustellen, bei dieser Bewegung leiden die Arbeiter gar nichts und die Maschine auch leidet am wenigsten.

Nicht so bei der andern Weise durch unmittelbares Hin- und Herschieben; dem abwärts steigenden Bergmann wird hier der Boden plötzlich unter den Füßen weggerückt und er fällt ihm nach, ebenso urplötzlich tritt der Stillstand ein, dem unmittelbar das Aufsteigen folgt. Dieses ist so heftig, wie das Herabsinken, aber es hat die entgegengesetzte Unannehmlichkeit, wurde dort dem Bergmann der Boden unter den Füßen weggezogen, so wird er ihm hier plötzlich und mit großer Gewalt gegen die Füße gestoßen, so daß, wenn er mit gespannten Muskeln auf den Brettern stehen wollte, er bei jedem Aufwärtssteigen einen empfindlichen Ruck in den Knie- und Hüftgelenken empfinden würde, welches so nachtheilig sein würde, daß er nach einer in der Art gemachten Kunstfahrt von 2000 Fuß, vielleicht eben so sehr erschöpft wäre als wenn er diese Höhe auf einer Leiter erstiegen hätte, darum thut der Bergmann dieses auch nicht, sondern er hängt in Knie und Hüfte, er macht mit seinem Körper die Bewegung, als sei er im Begriffe, sich zu setzen, und hierdurch wird die Gewalt des Stoßes gegen die Gelenke so gebrochen, daß der fahrende Bergmann doch sagt, er befinde sich bei dieser Kunstfahrt besser als bei dem Besteigen langer Leitern.

Neben dem aber, daß der Arbeiter ziemlich empfindlich leidet, wenn er nicht behutsam den ungeschickten Stößen der Maschine ausweicht, wird auch diese selbst noch sehr stark angegriffen und dennoch sieht man sehr häufig diese ungünstige Art der Bewegung angebracht.

Eine sehr neue Fahrmaschine hat ein Mr. Warocqué in Belgien erfunden, man könnte dieselbe den übrigen im Allgemeinen ähnlich nennen, es sind auch Stangen mit Auftritten, mit Gestellen zur Aufnahme der Arbeiter, mit den nöthigen Haltpunkten, und ob solche Stange einzeln ist und der Tritt rund um dieselbe geht oder ob solcher Stangen zwei sind und der Tritt sich zwischen ihnen befindet, kommt ziemlich auf eins heraus, der Unterschied liegt nur in der Art der Bewegung. Diese geht direkt vom dem Dampfcylinder aus und hängt nicht mit Schwungrad, Krummzapfen und Bewegungskreuz ꝛc. zusammen. In einem Schacht sind die beiden Stangen so weit von einander angebracht, daß ein Mann bequem von einem Tritt der einen Stange auf einen Tritt der andern Stange übergehen kann, wenn diese beiden Tritte eine Sekunde neben einander stehen.

Diese Stangen sind in Verbindung eine jede mit einem besonderen Stempel eines besonderen Dampfcylinders. Oben über dem Schacht stehen zwei solcher Dampfcylinder parallel mit einander und in derjenigen Entfernung ihrer Axen von einander, welche die Axen der Leiter selbst haben. Der Dampf strömt nur unter den Kolben des Cylinders, niemals über denselben, dadurch, daß der Dampf unter den Kolben strömt, wird derselbe gehoben und er erhebt mit sich das, was an der Stempelstange hängt, d. h. die ganze Leiter von 500 bis 600 Fuß mit allen darauf stehenden Bergmännern. Wenn dieser Hub vollendet ist, so öffnet sich unten ein Ventil, welches den im Cylinder enthaltenen Dampf langsam ausströmen läßt, in derselben Zeit tritt aber unter den Kolben des andern Cylinders Dampf ein und dieser Kolben wird gehoben.

In demselben Maße, wie dies geschieht, sinkt der Kolben im ersten Cylinder, weil der entweichende Dampf die der ganzen Masse desselben aufgebürdete Last nicht mehr tragen kann.

Ist dieser Theil des Gestänges unten angekommen, so schließt sich das Ventil oder der Hahn und es öffnet sich sofort ein anderer, welcher dem Dampf aus dem Kessel Zutritt unter den Kolben des Cylinders gestattet. Der Hub des einen wie des andern Cylinders beträgt 10 Fuß und die Fahrt mit solch' einer Kunst geht außerordentlich schnell, man glaubt, daß diese Warocqué'sche Fahrmaschine vor den anderen einen großen Vorzug habe, der Mechanismus soll eine solche Einrichtung zeigen, daß man die Zeit des Stillstandes zum Uebertreten von einer Bühne auf die andere beliebig abändern kann, ohne daß doch die Geschwindigkeit der Fahrt selbst vermindert wird. Die Fahrung geschieht ohne alle Stöße, der aufrecht stehende Arbeiter wird in nichts behindert, wird ihm etwa unwohl, so kann er sich auf die Bühne niedersetzen, verlöscht sein Licht, so kann er dessen ungeachtet von einer Bühne auf die andere niedertreten, er kann auch nach den angebrachten Griffen oder nach den Gestängen selbst fassen, fällt er dennoch durch einen Fehltritt, so kann ihm dieser nur einen mäßigen Schaden zuziehen, denn überall in der Höhe, in welcher sich gerade die zusammentreffenden Bühnen befinden, gehen Schutzbretter quer durch den ganzen Schacht, welche denselben in so viele Abtheilungen trennen, als Stillstandspunkte vorhanden sind und welche nur jedem so viel Raum lassen, daß die Leitern in der Fahrt nicht gehindert und daß der Wechsel der Luft, zu welchem dieser Schacht gleichfalls dient, nicht gehemmt werde.

Vereinigte Förder- und Fahrkünste.

Hartmann macht zu den oben angeführten Fahrmaschinen die Bemerkung, „die so eben beschriebenen Fahrkünste, welche den Zweck haben, den Bergleuten die schwere Anstrengung des Ausfahrens aus tiefen Gruben ohne Gefahr abzunehmen, sind von dem Belgier Warocqué, Mitbesitzer und Generaldirektor der Gruben Mariemont, Olive und Bascoup und von dem nun verstorbenen französischen Bergingenieur Mehu zu Anzin auch zur Förderung angewendet, obgleich die Aufgabe, das Fördergefäß auf gleiche Weise, wie die Arbeiter, aus der Grube zu schaffen, eine weit schwierigere, aber auch höchst wichtige ist.

Alle Bestrebungen bei der Schachtförderung auf Steinkohlen sind jetzt dahin gerichtet, die Massen zu vermehren, welche in einer bestimmten Zeit gehoben werden können und besonders in den Fällen, wo die Abteufungen der Schächte wegen der das Kohlengebirge bedeckenden, sehr wasserreichen Schichten mit großen Schwierigkeiten und Kosten verbunden sind, es werden bis zu 18,000 und 20,000 Berliner Scheffel täglich aus einem Schachte gefördert, es müssen dazu sehr starke Dampfmaschinen, am zweckmäßigsten Niederdruckmaschinen, wie man sie in den Harzer Bergwerken gewöhnlich findet, angewendet werden.

Es findet aber dies Schachtfördersystem, wie es jetzt überall gebräuchlich, seine Grenze in der Tiefe der Schächte, in dem Seilgewicht beim Zunehmen der Belastung und es bleibt alsdann wahrscheinlich nur ein Fördersystem, dem der Fahrkünste ähnlich, übrig, bei welchem sich gleichzeitig eine große Anzahl von Fördergefäßen mit einer mäßigen Geschwindigkeit und mit vollkommener Sicherheit auf und ab bewegen könne, um die Leistungen sehr tiefer Schächte weit über das Maß des jetzigen Systems hinaus zu steigern, darin liegt die große Wichtigkeit der vereinigten Fahr- und Fördermaschinen.

Diese Maschinen sind nun folgender Art eingerichtet. Für's Erste muß man bemerken, daß sie überhaupt einen Schacht oder die ihm gewidmete Abtheilung eines solchen ganz in Anspruch nehmen, dann muß man ferner bemerken, daß in diesen dem Fahren und Fördern gewidmeten Schachten zwei auf- und absteigende Systeme vorhanden sind, welche auf ihrer einen Seite lediglich die Bestimmung haben, Mannschaften zu fördern, auf der andern aber nur beladene Wagen fördern sollen. Die Fahrt für die Mannschaften wird auf dieselbe Weise eingerichtet, wie wir sie beschrieben haben, nur sind gewöhnlich die Räume zum Auftreten und Wechseln etwas größer.

Die andere Abtheilung, gewissermaßen die Rückseite der Leitern, enthält keine solche Gerüste, sondern sie enthält starke Haken mit zwei Zinken, welche so gebogen sind, daß sie auf irgend eine Weise in einen Griff fassen können. Die Wagen, welche von Eisen sind und eine beträchtliche Last zu tragen vermögen, haben starke Halter, aufrecht stehende eiserne Stäbe mit tüchtigen Widerstand leistenden eisernen Knöpfen versehen, der Wagen steht genau unter der Stelle, wo die beiden Haken der niedersinkenden Leiter ihn treffen und zwar die Knöpfe der Stange berühren müssen, hierdurch werden sie, die Haken, aus ihrer Richtung verschoben und sie kommen unter die Knöpfe, alsbald erhebt sich die Leiter und die Haken tragen nunmehr den eisernen Wagen mit seiner Ladung so hoch empor, als überhaupt der Hub der Leitern geht.

Dieser Stelle gegenüber sind in der Wandung des Schachtes gewaltig starke Träger angebracht, welche ganz ähnliche bewegliche Haken halten, die aufsteigende Maschine verschiebt mittelst der Knöpfe des Wagens diese Haken, sie werden ein wenig gehoben und nachdem der Knopf auf jeder Seite bei einem Haken vorbei gegangen ist, fallen diese Mauerhaken wieder zurück und stehen nunmehr unter den Knöpfen.

In diesem Augenblick tritt die rückwärts gehende Bewegung der Leiter ein, sie, die bis jetzt gestiegen ist, sinkt nunmehr abwärts und überläßt die ganze Last des Wagens mit seiner Ladung dem gegenüber stehenden Paar starker Haken, welche aus der Mauer des Schachtes herausragen.

So bleibt der Wagen frei in der Luft schweben, bis das Gestänge der Leiter, welche ihn dahin gehoben hat, wieder zum Boden zurückgekehrt ist, um den zweiten unterdessen von seinem Platz geschobenen Wagen mit dem Doppelhaken zu fassen. Aber in derselben Zeit ist von oben herab das nächste Paar Haken gekommen, es streift an die Knöpfe des Wagens, wird dadurch aus der Richtung gebracht, bis es unter die Knöpfe gekommen ist, dann fällt dieses Hakenpaar wieder in die ihm zugehörige Lage und alsbald beginnt die Leiter auch wieder zu steigen. Sogleich hebt sie mittelst dieses eben gedachten zweiten Hakenpaares den Wagen von dem Mauerhaken los und führt ihn empor, aber in demselben Augenblick haben die untersten Haken den zweiten Kasten gefaßt und die Leiter hebt nunmehr zwei solcher Wagen empor.

Man sieht, daß bei jedem Mal Herabsinken einer Leiter ein neuer Wagen aufgenommen wird und alle vorhandenen an der Mauer hängenden Wagen mit diesem neu aufgenommenen um eine Stufe, welche dem Hub der Maschine gleich kommt, weiter befördert werden.

Was hier mit der einen Leiter geschieht, das geschieht begreiflicher Weise mit der anderen gleichfalls und es ist auf solche Weise ein dauerndes

Spiel von bald rechts bald links gehobenen Wagen vorhanden und die Fähigkeit zum Fördern ist bis in's Unglaubliche gesteigert, eines allein vorausgesetzt, daß nämlich das enorme Gewicht, was bei sehr tiefen Schachten durch die immer vermehrte Anzahl von Wagen hervorgebracht wird, durch die Dampfmaschine gefördert werden könne und daß das Gestänge im Stande sei, die ihm aufgebürdete Last zu tragen, ohne darunter zu zerreißen.

Von Sicherheitsmaßregeln gegen den Sturz eines beladenen Wagens kann kaum in anderer Weise die Rede sein als dadurch, daß man die Haken übermäßig stark macht und daß ihre Befestigungen an dem Gestänge sowohl als in der Mauer demgemäß eingerichtet seien, Bühnen, welche den Schacht in so viel Theile zerlegten, als etwa Hube auf der ganzen Länge vorhanden sind, können nicht angebracht werden, da die Wagen zum Durchpassiren völlig freien Raum haben müssen.

Oben angelangt, werden in dem Augenblick, wo die Wagen über der Schachtmündung stehen, Bahnen zur Empfangnahme der Räder untergeschoben und die Wagen werden sofort von der Schachtmündung hinweggezogen, dann werden aber auch die Bahnen selbst fortgeschafft, damit der neue, dem ersten folgende Wagen freie Passage habe.

Damit die Leitern (das Gestänge, welches sowohl Mannschaften als Erze zu tragen bestimmt ist) nicht in Schwankung gerathen, laufen die Bäume, so wie oben beschrieben, theils angedrückt an Frictionsrollen, theils geleitet durch kreisförmige Fortsätze, durch größere Scheiben eben dieser Rollen und auf solche Weise gelingt es, eine Erzförderung sowohl als die der Personen aus demselben Schachte ohne Unterbrechung zu bewerkstelligen, man benutzt auch sogar solche Maschinen zur Förderung des Erzes aus dem Schachte und vereinigt demnach drei verschiedene Zwecke.

Trennen des tauben Gesteins von dem brauchbaren.

Es ist beinahe nicht denkbar, daß man einer Maschine so viel Verstand einflößen könne, als nöthig, um sie zu veranlassen, daß sie taubes Gestein vom nützlichen sondere, es kann mithin auch von einer Sonderung der Art durchaus keine Rede sein, sondern nur von einem Sortiren nach gewissen Größen. Der Bergmann nennt dieses „Ratten" und es ist dieselbe Operation, welche der Landmann mit dem Getreide und der Müller mit

dem Kies vornimmt, der eine, um das gehaltvolle Korn von dem feineren Unkrautsaamen, Ackersenf, Mohn, Rade u. dgl., der andere, um die kleinen runden Kiesel von den scharfkantigen groben Sandkörnern zu trennen, welche er dem Mörtel einverleiben will, sie nennen ihre Operation Harfen, der Bergmann thut dasselbe mit einem ähnlichen Apparat, nur besteht derselbe nicht aus einem Drahtsiebe mit langen und schmalen Maschen, sondern aus dünnen eisernen Stäben, welche mit den breiten Kanten neben einander, mit den hohen Kanten gegen das zu sortirende Mineral gestellt sind und auf solche Weise denjenigen Stücken desselben Durchgang gestatten, welche für gewisse Operationen gerade so klein erfordert oder umgekehrt in anderen Fällen nicht mehr gebraucht werden können, wenn sie bereits so klein sind, das erstere wird bei Erzen, das andere bei Steinkohlen der Fall sein.

Das Bergwerk selbst ist gewöhnlich nicht der Schauplatz dieser Trennung, es sei denn, daß es nöthig wird, das taube Gestein in demselben zurückzubehalten, um dadurch die Lücken wieder auszufüllen, welche entstanden sind, indem man das brauchbare entfernt, was in der Regel nur bei dem Bergbau auf Steinkohlen stattfindet, wiewohl es auch ausnahmsweise bei Erzlagern nöthig werden kann.

Man wird unter allen Umständen immer nur das aus dem Bergwerk entfernen, was nothwendiger Weise entfernt werden muß, um den nöthigen Raum zur ferneren Bearbeitung zu gewinnen, aber das nunmehr aus dem Schacht oder dem Stollen Entfernte ist bei weitem nicht rein, ist bei weitem weder durchaus Steinkohle noch durchaus Erz, es muß also nun die Sonderung vorgenommen werden.

Sobald die Gefäße zu Tage gekommen sind, werden sie nach dem Bedürfniß des Baues umgestürzt oder auch wohl weiter von demselben entfernt, etwas, das natürlich ganz und gar von der Lokalität abhängt und auf das fernere keinen weiteren Einfluß hat.

Nach dem Umstürzen und dem Rückführen des Wagens oder sonstigen Förbergefäßes sind eine Menge Kinder der Bergleute damit beschäftigt, die Trennung des tauben Gesteins von dem andern nutzbaren zu bewerkstelligen. Es geschieht dieses natürlich durch Aussammeln. Die Kinder erlangen eine große Geschicklichkeit, sofort das Erz vom Ganggestein zu unterscheiden, selbst wenn eine gewisse Farbenähnlichkeit leicht zu Irrthümern Anlaß geben könnte, das brauchbare Erz wird dann in Haufen gesammelt und von neuem in Wagen geladen, um weiter geführt zu werden, das taube Gestein wird von dem Berg oder Hügel, auf dem die Mine liegt, herabgestürzt und bildet die weiten Ablagerungen von Ganggestein, worin häufig noch viel Brauchbares ist, welche man „Halden“ nennt. Die soeben gemachte

Bemerkung betreffend, so bezieht sie sich auf die Nickel- und Kobalterze, welche man bis zum vorigen Jahrhundert überall, wo sie gefunden wurden, über die Halden hinunterstürzte und welche man jetzt, wenigstens so weit das Nickelmetall dabei im Spiele ist, als werthvoll wieder aufsucht, die beiden Erze hatten zwar das äußere Ansehen dessen, was der Bergmann Erz nennt, sie enthielten aber weder Kupfer noch Eisen noch sonst ein brauchbares, bekanntes Metall, galten also nicht für Erze, nicht für Sauerstoff- oder Schwefelverbindungen irgend eines Metalles, sondern für neckende Nachbilder der Erze, für Vexirspiele der Kobolde und Berggeister, daher auch ihr Name. Man ist jetzt so weit gekommen, diese Erze sehr wohl zu erkennen und zu benutzen und man wirft sie jetzt nicht mehr fort, wenn man sie findet.

Die Steinkohlen betreffend, so fand die Sonderung derselben von taubem Gestein schon so viel als thunlich im Innern des Bergwerks statt, denn hier war das zu gewinnende Mineral niemals in Gängen vertheilt, sondern es befand sich immer auf Lagern und wollte man den Inhalt dieser Lager, so weit es für den Bergwerksbesitzer nutzbar, fortschaffen, ohne die großen leeren Räume, die dadurch entstehen mußten, auszufüllen, so war dadurch großes Unheil zu erwarten, deshalb baute man die entstandene Oeffnung durch das taube Gestein zu und deshalb schied man dieses schon innerhalb des Bergwerks von dem gesuchten Mineral, von den Kohlen, wie wir bereits mitgetheilt haben. Wenn hier von einer Scheidung des nutzbaren vom unnützen die Rede war, so konnte es sich eigentlich nur um die Größe der Stücke handeln und diese wurde bestimmt durch eine Vorrichtung, welche der Bergmann Rätter nennt und die in der oben angegebenen Weise ähnlich der Harfe des Maurers wirkt.

Nur selten gelangen die Steinkohlen aus dem Bergwerk unmittelbar in den Handel, aus dem bereits oben angegebenen natürlichen Grunde, je größer die Stücke sind, aus denen die Schiffsladung besteht, desto bedeutender ist ihr Inhalt, deshalb pflegt man die Steinkohlen nach der Größe zu sortiren, man sondert die schweren kubischen Blöcke von denjenigen Steinkohlen, welche durch die Schaufel zu bewältigen sind. Diese letzteren werden auch immer gesondert in die Fördergefäße gebracht und zu dem Schachte oder Stollen herausgeschafft, die Blöcke legt man sorgfältig in die Gefäße, die übrigen Steinkohlen schaufelt man hinein. Wenn das Bergwerk von den Gefäßen verlassen ist, werden die Blöcke nach den Magazinen geschafft und dort aufgestapelt, die kleineren Steinkohlen aber werden aus den Gefäßen umgestürzt und sollen nun gesondert werden, dazu dient eben der Rätter. Ueber dem Bergwerk ist ein Gerüst angebracht, was sich [illegible] und mehr Fuß über die Mündung des Schachtes erhebt. Auf dieses [illegible]

dem Kies vornimmt, der eine, um das gehaltvolle Korn von dem feineren Unkrautsaamen, Ackersenf, Mohn, Rade u. dgl., der andere, um die kleinen runden Kiesel von den scharfkantigen groben Sandkörnern zu trennen, welche er dem Mörtel einverleiben will, sie nennen ihre Operation Harfen, der Bergmann thut dasselbe mit einem ähnlichen Apparat, nur besteht derselbe nicht aus einem Drahtsiebe mit langen und schmalen Maschen, sondern aus dünnen eisernen Stäben, welche mit den breiten Kanten neben einander, mit den hohen Kanten gegen das zu sortirende Mineral gestellt sind und auf solche Weise denjenigen Stücken desselben Durchgang gestatten, welche für gewisse Operationen gerade so klein erfordert oder umgekehrt in anderen Fällen nicht mehr gebraucht werden können, wenn sie bereits so klein sind, das erstere wird bei Erzen, das andere bei Steinkohlen der Fall sein.

Das Bergwerk selbst ist gewöhnlich nicht der Schauplatz dieser Trennung, es sei denn, daß es nöthig wird, das taube Gestein in demselben zurückzubehalten, um dadurch die Lücken wieder auszufüllen, welche entstanden sind, indem man das brauchbare entfernt, was in der Regel nur bei dem Bergbau auf Steinkohlen stattfindet, wiewohl es auch ausnahmsweise bei Erzlagern nöthig werden kann.

Man wird unter allen Umständen immer nur das aus dem Bergwerk entfernen, was nothwendiger Weise entfernt werden muß, um den nöthigen Raum zur ferneren Bearbeitung zu gewinnen, aber das nunmehr aus dem Schacht oder dem Stollen Entfernte ist bei weitem nicht rein, ist bei weitem weder durchaus Steinkohle noch durchaus Erz, es muß also nun die Sonderung vorgenommen werden.

Sobald die Gefäße zu Tage gekommen sind, werden sie nach dem Bedürfniß des Baues umgestürzt oder auch wohl weiter von demselben entfernt, etwas, das natürlich ganz und gar von der Lokalität abhängt und auf das fernere keinen weiteren Einfluß hat.

Nach dem Umstürzen und dem Rückführen des Wagens oder sonstigen Förbergefäßes sind eine Menge Kinder der Bergleute damit beschäftigt, die Trennung des tauben Gesteins von dem andern nutzbaren zu bewerkstelligen. Es geschieht dieses natürlich durch Aussammeln. Die Kinder erlangen eine große Geschicklichkeit, sofort das Erz vom Ganggestein zu unterscheiden, selbst wenn eine gewisse Farbenähnlichkeit leicht zu Irrthümern Anlaß geben könnte, das brauchbare Erz wird dann in Haufen gesammelt und von neuem in Wagen geladen, um weiter geführt zu werden, das taube Gestein wird von dem Berg oder Hügel, auf dem die Mine liegt, herabgestürzt und bildet die weiten Ablagerungen von Ganggestein, worin häufig noch viel Brauchbares ist, welche man „Halden" nennt. Die soeben gemachte

nur an Ort und Stelle geschafft, unter dem Trichter aber durch einen anderen ersetzt zu werden.

Damit beim Umstürzen der Fördergefäße gleich oben auf der Bühne die Kohlen nicht noch mehr zerbrochen werden, als man sie aus dem Bergwerk schaffte, so pflegt man den Anfang des Rätters mit alten verdorbenen, für ihre gewöhnlichen Zwecke nicht mehr brauchbaren Tauenden zu umwickeln, dies hindert den Sturz der Kohlen auf die Eisenstangen, sie gleiten nunmehr von der weicheren Unterlage ab und gelangen so auf die Stangen, ohne darauf geworfen zu werden, ohne durch den Fall sich noch mehr zu zersplittern.

Wasserbauten in den Schachten.

Jeder Bergmann weiß, welche großen Unbequemlichkeiten die Wassermassen mit sich führen, denen er beim Niedersinken der Schachte begegnet, die Quellen haben meistens ihren Ursprung auf den nicht durchlassenden Gesteinschichten. Durch Regen und Schnee, also überhaupt durch die Niederschläge aus der Atmosphäre wird der Boden benetzt, was nicht verdunstet, senkt sich tiefer und immer tiefer, bis es endlich auf eine Gesteinschicht kommt, welche das weitere Abwärtsfließen hindert. Hier sammelt sich das Wasser, benetzt das Gestein und erfüllt die Zwischenräume solchergestalt, daß, wo sich hohle Stellen bilden, sofort Wasseransammlungen stattfinden. Unsere Pumpbrunnen sind gewöhnlich nichts weiter als Schachte, welche man von der Oberfläche her so weit niedergetrieben hat, bis man auf die nicht mehr durchlassende Schicht, wie z. B. fetter Thon kommt. Sobald man den Schacht bis hierher getrieben hat, füllt er sich so weit mit Wasser, als es vermöge der natürlichen Steigung sein muß. Aus dieser Wasseransammlung hebt das Pumpwerk das Wasser empor und das ist es, was wir einen Brunnen nennen.

Wenn man aber nun den Schacht weiter treibt, keinen Brunnen haben will, sondern unter die nicht durchlassende Schicht zu gelangen sucht, um an Mineralien heraufzuholen, was unter dieser liegt, so wird das Wasser, was über der nicht durchlassenden Schicht steht, in den Schacht hinabsinken und wird die Arbeiter daraus verjagen. Wir sollten lieber sagen, wird sie gar nicht dahin gelangen lassen, denn je weiter man gräbt, je tiefer wird das Wasser, dessen oberes Niveau nur durch den nassen oder trockenen Sommer verändert wird, dessen Höhe von oben nach unten aber mit jedem Spatenstich zunimmt.

Nur in solchem Falle weiter in den Schacht abwärts zu kommen, muß man für's Erste mit größter Sorgfalt das vorhandene und immer nachsinkende Wasser durch Pumpwerke fortschaffen, es ist also die Anlage eines solchen die erste Bedingung und dieses Pumpwerk muß immer weiter abwärts gehen, wie sich die Tiefe des Schachtes vermehrt und es darf nicht einen Augenblick ruhen, wenn das Wasser nicht eben so augenblicklich steigen soll.

Nunmehr beginnt die Arbeit, welche man die Cuvellirung nennt und welche von Holz oder von Mauerwerk sein kann.

Ueber den Nutzen dieser beiden verschiedenen Methoden findet unter den Bergleuten ein merkwürdiger Zwiespalt statt, die Einen halten die gemauerten, die Andern die hölzernen für schlecht, nach der Behauptung der Ersten sind die gemauerten Wässerhaltungen nicht so wirksam und nicht so dicht, als die hölzernen, man läßt sie wohl bei geringen Tiefen und bei nicht bedeutendem Druck vom Wasser gelten, aber man verwirft sie bei höherem Wasserdruck und starkem Andrang. Wenn Undichtigkeiten entstehen, so sind diese sehr schwer auszubessern, eine alte Mauer will sich mit einer neuen schwer oder gar nicht verbinden, die Holzunterlagen, welche das Mauerwerk fordert, werden durch den nassen Kalk bald zerstört.

Diese Einwendungen gegen das Mauerwerk haben keinen Bestand, sobald man die Ausführung der Cuvellirungen im Becken der Ruhr betrachtet. Diese sind gänzlich aus Mauerwerk aufgeführt und haben sich, so alt sie sind, tadellos gehalten, dagegen sind viele in Belgien und im nördlichen Frankreich ausgeführte Mauerwerke solcher Art immer fehlerhaft geblieben.

Die Menge des Wassers ist ganz gleichgültig, es handelt sich nur um die Höhe der Wassersäule, diese allein bringt den Druck hervor, die Menge wird immer ersetzt durch den unaufhörlichen Zufluß, dies ist also etwas unter allen Umständen gleichbleibendes, die Drucksäule aber, die Höhe, bis zu welcher das Wasser zusammenhängend in Adern anstehend seine Wirksamkeit ausübt, ist von größter Wichtigkeit. Wird die Mauer durch guten Wassermörtel verbunden, wird er nicht vor der Anwendung zu sehr verdünnt und wird er nicht noch während der Aufführung der Mauer vom Wasser bespült, sondern erst dem Wasser ausgesetzt, wenn er bereits erhärten will, so ist gegen seine Haltbarkeit nichts einzuwenden, denn er wird selbst zu einem harten Gestein.

Die Cuvellirungen von Holz haben den großen Nachtheil, daß ihr Geruch, daß die noch eintretende Verwesung die Luft im Schachte verdirbt und daß die Verwesung, welche das Holz zerstört, nach und nach die ganze Sicherheit des unterirdischen Baues gefährdet, falls man nicht mit großer Sorgfamkeit auf stete Instandhaltung und Ausbesserung sieht.

Um zuerst von den gemauerten Cuvellirungen zu reden, so theilen dieselben sich in partielle und in vollständige. Die ersteren schneiden nur einzelne Adern ab, verhindern den Ausfluß des Wassers an bestimmten Stellen, die anderen werden vom Grund aufgeführt und verhindern die Wasseransammlung im Schachte, das Wasser möge kommen, aus welcher Region des Schachtes es immer sei. Die erste Bedingung ist ein fester, nicht durchlassender Grund, dies kann nur erreicht werden, wenn man den Schacht ohne alle Mauerung, aber mit stets den Arbeitern nachrückender Zimmerung so weit abwärts führt, als man glaubt, daß er überhaupt geführt werden müsse. Hierbei wird natürlich, wie die Arbeiter im Schachte weiter bringen, sowohl das Zimmerwerk ihnen nachgeschoben, als auch das Wasser fortwährend ausgepumpt, was auch Nachts, wenn die Arbeit unterbleibt, geschehen muß, damit der Schacht stets so trocken und so frei von allen Unbequemlichkeiten für die Arbeiter bleibe als irgend möglich. Die nothwendige Tiefe des Schachtes hat man vorher bestimmt, man ist nämlich mit dem Bohrer dem Schachte vorangegangen, man hat untersucht, was für Gesteinarten man zu durchsinken hat, man hat untersucht, wo die wasserhaltigen Schichten liegen, bis wie weit man gehen muß, um auf eine nicht durchlassende Schicht zu stoßen, von welcher man den Schacht anfangen wird und unter welchen hinab man unter keinen Umständen gehen will. Wollte man dieses thun, so müßte man es sogleich thun, denn später noch weiter abwärts zu gehen, kann dazu führen, abermals auf Wasseradern zu kommen, welche vielleicht unter einem so hohen Druck stehen, daß sie durch künstliche Mittel nicht zu bewältigen wären.

Der Schacht muß viel breiter, nach allen Richtungen größer sein als erforderlich, um nach Hineinfügung des Mauerwerks noch den nöthigen Raum zu gewähren, denn die Mauerung darf nirgends bis an das Felsgestein der Schachtwände stoßen, der Schacht muß gleich dem Thurm der St. Marcuskirche in Venedig aus zwei verschiedenen Mauern bestehen, die in einander geschachtelt sind und zwischen sich einen Raum lassen. Dieser Raum ist bei dem Thurm zu Venedig benutzt, um die Wendeltreppe darin anzubringen, welche auf die Spitze des Thurmes führt. Im wasserdichten Schacht wird der Raum zwischen der äußeren Felswand und der inneren gemauerten Wand benutzt, um darin unter Wasser erhärtenden Mörtel aufzuhäufen, so daß der ganze Zwischenraum zwischen Mauer und Fels vollständig durch diesen hydraulischen Mörtel angefüllt ist. Nehmen wir an, der gemauerte Schacht soll 10 Fuß inneren Durchmesser haben, so muß der in das Gestein des Berges getriebene Schacht einen Durchmesser von 14 Fuß haben, das Mauerwerk beträgt auf jeder Seite 1½ Fuß, und der Zwischenraum zwischen dem Gemäuer und der Wand muß jedenfalls

Um in solchem Falle weiter in den Schacht abwärts zu kommen, muß man für's Erste mit größter Sorgfalt das vorhandene und immer nachsinkende Wasser durch Pumpwerke fortschaffen, es ist also die Anlage eines solchen die erste Bedingung und dieses Pumpwerk muß immer weiter abwärts gehen, wie sich die Tiefe des Schachtes vermehrt und es darf nicht einen Augenblick ruhen, wenn das Wasser nicht eben so augenblicklich steigen soll.

Nunmehr beginnt die Arbeit, welche man die Cuvellirung nennt und welche von Holz oder von Mauerwerk sein kann.

Ueber den Nutzen dieser beiden verschiedenen Methoden findet unter den Bergleuten ein merkwürdiger Zwiespalt statt, die Einen halten die gemauerten, die Andern die hölzernen für schlecht, nach der Behauptung der Ersten sind die gemauerten Wasserhaltungen nicht so wirksam und nicht so dicht, als die hölzernen, man läßt sie wohl bei geringen Tiefen und bei nicht bedeutendem Druck vom Wasser gelten, aber man verwirft sie bei höherem Wasserdruck und starkem Andrang. Wenn Undichtigkeiten entstehen, so sind diese sehr schwer auszubessern, eine alte Mauer will sich mit einer neuen schwer oder gar nicht verbinden, die Holzunterlagen, welche das Mauerwerk fordert, werden durch den nassen Kalk bald zerstört.

Diese Einwendungen gegen das Mauerwerk haben keinen Bestand, sobald man die Ausführung der Cuvellirungen im Becken der Ruhr betrachtet. Diese sind gänzlich aus Mauerwerk aufgeführt und haben sich, so alt sie sind, tadellos gehalten, dagegen sind viele in Belgien und im nördlichen Frankreich ausgeführte Mauerwerke solcher Art immer fehlerhaft geblieben.

Die Menge des Wassers ist ganz gleichgültig, es handelt sich nur um die Höhe der Wassersäule, diese allein bringt den Druck hervor, die Menge wird immer ersetzt durch den unaufhörlichen Zufluß, dies ist also etwas unter allen Umständen gleichbleibendes, die Drucksäule aber, die Höhe, bis zu welcher das Wasser zusammenhängend in Adern anstehend seine Wirksamkeit ausübt, ist von größter Wichtigkeit. Wird die Mauer durch guten Wassermörtel verbunden, wird er nicht vor der Anwendung zu sehr verdünnt und wird er nicht noch während der Aufführung der Mauer vom Wasser bespült, sondern erst dem Wasser ausgesetzt, wenn er bereits erhärten will, so ist gegen seine Haltbarkeit nichts einzuwenden, denn er wird selbst zu einem harten Gestein.

Die Cuvellirungen von Holz haben den großen Nachtheil, daß ihr Geruch, daß die noch eintretende Verwesung die Luft im Schachte verdirbt und daß die Verwesung, welche das Holz zerstört, nach und nach die ganze Sicherheit des unterirdischen Baues gefährdet, falls man nicht mit großer Sorgsamkeit auf stete Instandhaltung und Ausbesserung sieht.

beginnt in der Breite, welche man für nöthig hält bei der Tiefe des Schachtes, die Aufmauerung.

Fig. 1254.



Da diese Tiefe bis auf viele hunderte von Fuß gehen kann oder vielmehr gewöhnlich geht, denn 100 Klafter hält man nicht eben für besonders tief wenn sich's um einen Hauptschacht handelt, so muß natürlich die Wanddicke sehr groß sein. Wir haben bereits weiter oben solche Verhältnisse besprochen und gesehen, daß bei einem paar hundert Fuß die Dicke der Schachtmauer ganz unten vier Ziegellängen beträgt, man wird in manchen Fällen noch tiefer, also hinsichtlich der Dicke auch noch weiter gehen müssen, immer wird mit hydraulischem Mörtel gearbeitet, immer wird derselbe in so geringen Quantitäten gemacht, daß keine halbe Viertelstunde vergeht, bis derselbe verbraucht ist, die Ziegel müssen sämmtlich einen halben Tag lang in Wasser gelegen haben, sie müssen an den hydraulischen Mörtel Wasser abgeben, damit derselbe härte, ist es umgekehrt, sind die Ziegel trocken, so rauben sie dem hydraulischen Mörtel die Feuchtigkeit, welche zu seinem Festwerden unumgänglich nöthig ist, ein so behandelter Mörtel ist nicht besser als der allergewöhnlichste, ja man könnte vielleicht sagen, er ist schlechter, denn er bindet nicht. Hat man die Schachtmauer rundum etwa 2 Fuß hoch aufgeführt, so bereitet man auf einmal so viel Mörtel, als erforderlich ist, um den Zwischenraum zwischen dem Mauerwerk und den Felswänden des Schachtes anzufüllen. Dieser Mörtel wird nunmehr in diesen Zwischenraum gegossen, er verbindet das Gemäuer mit dem Felsen auf das festeste und vollkommen wasserdicht.

Bei diesen Arbeiten ist es von Wichtigkeit, daß die auf einander folgenden Mörtelgüsse immer eine noch nasse Unterlage finden, damit sie sich unter einander so gut als mit den Stein- und Felsmassen verbinden. Um dieses möglich zu machen, stellt man so viel Arbeiter an, als irgend thunlich,

und arbeitet auch Tag und Nacht fort, natürlich unter Ablösung der Arbeiter in solchen Zwischenräumen, daß sie stets die erforderlichen Kräfte haben. Kann man die 8 Schichten von Ziegelsteinen, welche nöthig sind, um den Schacht um 2 Fuß zu erhöhen, mit allen Arbeitern nicht im Laufe einer Stunde fertig machen, so sucht man lieber mit einer geringeren Höhe auszukommen, man mauert nur 4 Schichten auf, wird dann nahezu einen Fuß erreicht haben, füllt nunmehr den Zwischenraum hinter dem gemauerten Schacht mit flüssigem Mörtel auf und dieser verbindet sich jetzt vollständig zu einer Steinmasse und setzt dem Wasser einen ganz entschiedenen Widerstand entgegen.

Das Wesentlichste bei allen diesen Arbeiten ist, daß von dem Fundamente an die Verbindung zwischen den Steinen und den Felsen schon vollkommen wasserdicht sei, das erste Bett also, worauf der erste Stein gelegt wird, muß schon so sorgfältig behandelt werden, daß nicht ein Raum für einen Strohhalm vorhanden ist, durch welchen das abzusperrende Wasser eindringen könnte. Ein Gleiches ist es mit allen einzelnen Fugen zwischen den Steinen, welche man zwar selten dicker als einen Viertelzoll macht, bei dieser geringen Stärke aber mit unermüdlicher und nie nachlassender Sorgfalt immer dasselbe Prinzip der allerumsichtigsten Dichtung und der innigsten Verbindung zwischen Mörtel und Gestein befolgt.

Ein solcher Schacht ist daher ein Kunstwerk und ein Werk von großer Kostbarkeit, es sind nicht die viel Millionen Steine, welche ihn so theuer machen, es ist auch nicht der Mörtel, der allerdings bei weitem höher im Preise steht als der gewöhnliche aus 9 Theilen Sand und 1 Theil Kalk, wie er unverantwortlicher Weise in unzähligen Fällen angewendet wird, es ist der hohe Tagelohn für eine große Menge von Arbeitern, die immer die besten und fleißigsten sein müssen, damit die Arbeit rasch vor sich gehe, und die immer auch gewissenhaft genug sein müssen, um ihre Pflicht niemals zu vergessen, und da man dieses in der Regel nicht vereinigt findet, so muß man zu allen den Arbeitern auch noch einen oder zwei Aufseher bezahlen, auf denen dann die ganze Last der Verantwortung ruht.

Wie oft man nunmehr beim Niedertreiben des Schachtes auf quellenhaltige, Wasser absondernde Lager gekommen sein möge, wie viel Arbeit darauf gewendet sein möge, um das Wasser zu bewältigen — endlich, wenn der Schacht fertig ist, wenn die Ausmauerung bis zu Tage geführt worden ist, kann man ohne Besorgniß die Pumpwerke entfernen, welche bis dahin Tag und Nacht gearbeitet haben, damit die Mauer nicht ersaufe und damit das Werk überhaupt vollendet werden könne.

In einigen engländischen Bergwerken, in denen man solche Wasser

Um zuerst von den gemauerten Cuvellirungen zu reden, so theilen dieselben sich in partielle und in vollständige. Die ersteren schneiden nur einzelne Adern ab, verhindern den Ausfluß des Wassers an bestimmten Stellen, die anderen werden vom Grund aufgeführt und verhindern die Wasseransammlung im Schachte, das Wasser möge kommen, aus welcher Region des Schachtes es immer sei. Die erste Bedingung ist ein fester, nicht durchlassender Grund, dies kann nur erreicht werden, wenn man den Schacht ohne alle Mauerung, aber mit stets den Arbeitern nachrückender Zimmerung so weit abwärts führt, als man glaubt, daß er überhaupt geführt werden müsse. Hierbei wird natürlich, wie die Arbeiter im Schachte weiter bringen, sowohl das Zimmerwerk ihnen nachgeschoben, als auch das Wasser fortwährend ausgepumpt, was auch Nachts, wenn die Arbeit unterbleibt, geschehen muß, damit der Schacht stets so trocken und so frei von allen Unbequemlichkeiten für die Arbeiter bleibe als irgend möglich. Die nothwendige Tiefe des Schachtes hat man vorher bestimmt, man ist nämlich mit dem Bohrer dem Schachte vorangegangen, man hat untersucht, was für Gesteinarten man zu durchsinken hat, man hat untersucht, wo die wasserhaltigen Schichten liegen, bis wie weit man gehen muß, um auf eine nicht durchlassende Schicht zu stoßen, von welcher man den Schacht anfangen wird und unter welchen hinab man unter keinen Umständen gehen will. Wollte man dieses thun, so müßte man es sogleich thun, denn später noch weiter abwärts zu gehen, kann dazu führen, abermals auf Wasseradern zu kommen, welche vielleicht unter einem so hohen Druck stehen, daß sie durch künstliche Mittel nicht zu bewältigen wären.

Der Schacht muß viel breiter, nach allen Richtungen größer sein als erforderlich, um nach Hineinfügung des Mauerwerks noch den nöthigen Raum zu gewähren, denn die Mauerung darf nirgends bis an das Felsgestein der Schachtwände stoßen, der Schacht muß gleich dem Thurm der St. Marcuskirche in Venedig aus zwei verschiedenen Mauern bestehen, die in einander geschachtelt sind und zwischen sich einen Raum lassen. Dieser Raum ist bei dem Thurm zu Venedig benutzt, um die Wendeltreppe darin anzubringen, welche auf die Spitze des Thurmes führt. Im wasserdichten Schacht wird der Raum zwischen der äußeren Felswand und der inneren gemauerten Wand benutzt, um darin unter Wasser erhärtenden Mörtel aufzuhäufen, so daß der ganze Zwischenraum zwischen Mauer und Fels vollständig durch diesen hydraulischen Mörtel angefüllt ist. Nehmen wir an, der gemauerte Schacht soll 10 Fuß inneren Durchmesser haben, so muß der in das Gestein des Berges getriebene Schacht einen Durchmesser von 14 Fuß haben, das Mauerwerk beträgt auf jeder Seite $1\frac{1}{2}$ Fuß und der Zwischenraum zwischen dem Gemäuer und der Wand muß jederseits

der Ummauerung desselben, 300 bis 400 Fuß, d. h. 10 bis 14 Atmosphären beträgt, wird wahrscheinlich der in den Schacht dringende Wasserstrahl so heftig sein, so stark mechanisch wirken, daß er auf die Schachtwände einen zerstörenden Einfluß übt, es scheint daher sehr viel zweckmäßiger, den Schacht überhaupt leer zu erhalten, damit man überall und zu jeder Zeit sehen könne, wo etwa ein Fehler gemacht worden, wo die Mauerung nicht vollkommen dicht genug ist, um diesem sogleich abzuhelfen.

In Frankreich hat man nicht selten wasserdichte Schachte statt mit Mauerwerk, mit eisernen Cylindern ausgelegt, besonders in solchen Fällen, wo die Dichtung im quelligen Erdreich vorgenommen werden sollte. In diesem Falle läßt man sich so viele Cylinder von der erforderlichen Weite gießen, als nöthig sind, um den Schacht bis an's Ende zu führen. Die Cylinderstücke müssen da, wo sie an einander stoßen, breite Ränder haben, durch diese Ränder müssen von 4 zu 4 Zoll Löcher gebohrt sein, vermöge deren man Schraubzwingen anbringen kann, welche die einzelnen Cylinder mit einander zu einem langen Rohr verbinden.

Diese Arbeit wird gemacht, bevor man den Schacht gräbt, je zwei und zwei Stücke werden genau zusammengepaßt, die Löcher gebohrt, so daß dieselben durch beide Dicken des Randes gehen und mit einander übereinstimmen, Schrauben und Muttern in der nöthigen Menge werden angepaßt, die Stücke alsdann, wie sie zusammengehörig sind, numerirt und nun erst einzeln angewendet.

Das unterste Cylinderstück Nr. 1 wird auf den Boden gesetzt, dann wird innerhalb desselben ein Loch gegraben und die Erde mit Eimern oben hinaus gereicht. Ist das Loch weit genug geworden, so sinkt der Cylinder hinein, um einen Zoll, um einen Fuß, wie es kommt. Das Graben wird fortgesetzt und der Cylinder sinkt natürlich weiter. Befindet sich das obere Ende desselben nur noch etwa 6 Zoll über dem Erdboden, so wird ein Stück wohlgetheerter Leinwand oder ein Streifen Guttapercha darauf gelegt, überall von gleicher Dicke natürlich und von solcher Elasticität, daß er dem Druck einigermaßen nachgiebt.

Nunmehr setzt man auf diesen Ring den zweiten Cylinder, schraubt ihn rundum mit allen dazu gehörigen Schrauben so fest wie möglich an und setzt nunmehr die Arbeit des Ausgrabens weiter fort.

Sobald zwei Cylinderstücke über einander stehen, können die Gräber die Erde nicht mehr hinaus reichen, auch wenn die Cylinder nur 3 Fuß Länge hätten, sie haben aber gewöhnlich mehr. Man setzt deshalb über die Cylinder einen Dreifuß oder einen Galgen, an welchem eine Rolle hängt, und zieht mittelst eines Seiles die gefüllten Eimer hinauf, welche man ebenso wieder hinunter gelangen läßt, nachdem sie ausgeleert sind.

Es kann, wie sich das von selbst versteht, nur [illegible] Cylinder [illegible] verfahren und man schützt auf diese Weise einen [illegible] hohlen, wasserfreien Raum. Natürlich kann man dieses nur da [illegible] als Erde oder Sand zu durchdringen ist, sobald man auf Felsen [illegible] muß selbstverständlich die ganze fernere Arbeit unterbleiben, allein man [illegible] jetzt schon sehr viel erreicht, man ist bis auf eine feste Grundlage [illegible] und man kann diese wasserdicht mit dem Eisen verbinden, indem man den hydraulischen Mörtel anwendet, und kann alsdann mit dem Meißel in die Gesteinmasse selbst einzudringen suchen. Ist man in eine gewisse Tiefe unter der Oberfläche gelangt, so wird man sogar die Sprengung durch Schießpulver anwenden können, ohne dem eisernen Schachte Schaden zuzufügen.

Es ist dieses Mittel, nasses Erdreich zu durchsinken, das in Norddeutschland beim Brunnenausbau häufig angewendete, nur nimmt man nicht eiserne Cylinder, welche theils von Wasser zerstört, theils demselben einen Eisengeschmack geben würden, sondern man mauert diese Cylinder aus Ziegelsteinen auf.

Aus Bohlen wird ein Kranz zusammengefügt, welcher um ein geringes breiter nach außen ist als der gemauerte Cylinder werden soll. Auf diesen Kranz, der an die Stelle gelegt wird, wo man den Brunnen haben will, baut man eine kreisrunde Mauer von etwa einem Fuß Höhe und nun steigt der Arbeiter in diesen kleinen Cylinder, gräbt in die Erde und wirft dieselbe mit dem Spaten hinaus, wenn er sich etwa 2 bis 3 Fuß hineingearbeitet hat, so beginnt er den Kranz zu unterminiren, was er rundum gleichmäßig thut, damit derselbe sich nicht auf einer Seite mehr als auf der andern senke. Sowie die Sinkung beginnt, hilft er mit dem Spaten da und dort nach, immer darauf merkend, daß ein gleichmäßiges Niedergehen stattfinde. Ist das Gemäuer um einige Zoll in die Erde gesunken, so wird es wiederum einen Fuß höher aufgemauert und so fortgefahren, bis der Brunnen vollständig fertig ist. In quelligem Erdreich, welches auf einer Schicht von Thon liegt, wird sich sehr bald Wasser zeigen, die Arbeiter, welche graben sollen, stehen alsdann in diesem Wasser und haben eine beschwerliche Arbeit, die Maurer aber stehen oben auf dem Trocknen und werden manchmal feiern müssen, denn der gemauerte Cylinder sinkt bei weitem nicht so rasch nieder als er aufgemauert wird. Es versteht sich von selbst, daß die Ziegel ohne Mörtel auf einander gelegt werden, denn man will ja nicht Kalkwasser, man will möglichst reines Wasser in dem Brunnen haben. An einigen Orten wendet man, um doch einige Verbindung zu haben, Moos an, welches man in dünnen Lagen zwischen die Steine bringt, dies ist aber ganz überflüssig, indem die Steine [illegible]

[illegible]

kelförmig gestaltet sind, der Kreis also, wenn er einmal vollendet ist, sich nicht mehr verschiebt, am allerwenigsten aber innerhalb eines Brunnens, wo der Druck ausschließlich von außen nach innen geht und wo derselbe von allen Seiten gleich stark ist. Einen Nachtheil aber hat die Anwendung von Moos jeder Zeit, dasselbe verwest zwar nicht, aber es theilt dem Wasser einen sehr schlechten Holzgeschmack mit.

Die großartigsten Bauten, welche man in dieser Weise aufgeführt, hat London aufzuweisen, die beiden Thürme, welche die Einfahrt zu dem berühmten und unbrauchbaren Themsetunnel bilden, sind auf diese Weise angelegt, obschon sie eine Ausdehnung haben von solcher Art, daß innerhalb derselben Wendelsteigen befindlich sind, auf denen die Wagen, die den Tunnel befahren sollten, auf und ab fahren können. Der Bau mußte auf diese Weise ausgeführt werden, wenn man nicht an beiden Ufern mehrere Häuser kaufen und abbrechen wollte, um dadurch in den Stand gesetzt zu werden, so weite Ausgrabungen zu machen, daß die riesigen Thürme von unten auf statt von oben herab gemauert werden könnten, es wäre auch dann noch die Arbeit sehr viel schwieriger geworden als das Mauern von oben herunter, weil man unten große Wassermassen zu bewältigen gehabt hätte.

Wasserabdämmung.

Es ist möglich, daß man einen Schacht in sehr festes Gestein treibt, daß also eine Ausmauerung desselben ganz unnöthig wäre, selbst gegen das Wasser, das nur in einzelnen Lagen sich zeigt.

Wenn der Schacht 800 Fuß tief ist und man hat an zwei oder drei Stellen Wasseradern, so wird man nur ungern den Schacht in seiner ganzen Größe und Stärke von unten aufmauern, denn solch' ein Bau ist, wie bereits bemerkt, etwas sehr Kostbares.

Man sucht statt eines zusammenhängenden Baues mit Stücken eines solchen auszukommen und nennt diese Stücke einen Damm und zwar kann der Damm gemauert, kann auch von Holz gebildet sein. Ist das ganze Gestein, durch welches man bis auf die Sohle des Bergwerks hinabgegangen, so locker, daß es Wasser durchläßt, so ist natürlich eine vollständige Aufmauerung unerläßlich, ist dieses aber nicht der Fall, so nimmt man die einzelnen Stellen jede für sich vor und sucht eine jede einzeln abzusperren.

Bei beabsichtigter Mauerung wird das lockere und Wasser durchlassende Gestein auf mehrere Fuß tief weggeräumt, so daß an dieser Stelle der Schacht einen beträchtlich größeren Querschnitt hat, als im übrigen Verlauf. Ist dieses geschehen, so haut man mittelst des Meißels in dem zunächst unten liegenden festen Gestein eine ebene, nach außen hin etwas abwärts gehende Fläche aus, welche der neuen Mauerung zum Fundament dienen soll. Man pflegt die Vertiefung ungefähr bis auf 4 Fuß von der Schachtwandung zu treiben und die Sohle nach hinten zu, nach dem Gestein hin auf diese Länge etwa um 2 bis 3 Zoll abwärts hin schräg zu machen.

Ganz ebenso verfährt man mit dem Hangenden. Dasjenige Gestein, welches unmittelbar über dem Durchlassenden und Wasserhaltenden liegt, bearbeitet man gleichfalls mit dem Meißel recht sorgfältig und eben und giebt demselben eine eben solche Neigung nach hinten zu, so daß der ganze Rand der um den Schacht laufenden Oeffnung, an der Schachtwandung selbst gemessen, um etwa 6 Zoll weniger Weite hat, als wenn man eben diese Aushöhlung zunächst an dem Hintergrunde mißt.

Mit den bestgebrannten Ziegelsteinen, welche womöglich schwach keilförmig gestaltet sind, mauert man nunmehr diese Oeffnung zu, so daß man wenigstens zwei Ziegellängen hinter einander aussetzt. Es wird auch hier auf das Sorgfältigste verfahren und immer mit hydraulischem Mörtel gebaut.

Sind die Steine nicht besonders geformt, sondern haben sie die gewöhnliche, überall gleichmäßige, geradlinig begrenzte Form, so muß man bei dem Aufbau nach der innern hinteren Seite die Mörtellage immer um ein Geringes dicker machen als vorn, auf diese Weise entstehen Keile von Mörtel, da man nicht Keile von gebranntem Thon hat, sie thun gleichfalls ihre Dienste und man kann auf solche Weise einen sehr festen Spund oder Damm herstellen.

Die Steine müssen auch hier wie bei der Aufmauerung eines Schachtes lange Zeit in Wasser gelegen haben, ferner wird auch hier wie bei der Schachtmauerung hinter das Gemäuer hydraulischer Mörtel gegossen.

Man fährt mit dem Aufbau fort, bis man oben an den Widerlagen angelangt ist, wogegen sich das Gemäuer stützen soll. Hier beginnt nun die eigentliche Schwierigkeit des Unternehmens, denn es handelt sich darum, die Mauer mit dem oberen Theil des Schachtes zu verbinden und es bleibt nichts übrig, als den Felsen stark zu benetzen und so viel als möglich mit einem Umwurf von hydraulischem Mörtel zu versehen und zwischen diesem und der aus der obersten Schicht von Ziegeln aufgestrichenen Lage desselben Mörtels, die schließenden Steine einzuschieben, was mit möglichster Sorgfalt geschehen muß, weil hiervon die Dichtigkeit des Verschlusses abhängt.

Das Wasser, welches man abdämmen will, würde, wenn es reichlich zufließt, schneller hinter dem Damm steigen als man ihn erhöhen kann, deshalb gestattet man demselben den Abfluß durch eine zu diesem Behuf ganz unten eingesetzte Röhre. Ist der Spund geschlossen, ist die letzte Lage eingebracht und erhärtet, so wird nunmehr die Röhre aus ihrer Oeffnung gezogen und diese entweder durch einen angemessenen und wohl passenden Holzpflock oder durch ein Stück Mauerstein von der Länge des ganzen Ziegels und von so viel geringerer Stärke, daß es mit hydraulischem Mörtel bestrichen in die Oeffnung eingebracht werden kann, geschlossen.

Man sieht aus dieser ganzen Anordnung, daß hier ein Gewölbe vorliegt und zwar eins von derjenigen Form, die man steilrecht nennt, der Querschnitt eines solchen ist nicht ein Theil eines Kreises oder einer Ellipse, sondern er ist geradlinig begrenzt, dennoch aber ein wirkliches Gewölbe. Jedes einzelne Stück ist nach der Richtung hin, von wo der Druck kommt, breiter als nach der entgegengesetzten Richtung, je stärker der Druck also ist, desto stärker verkeilt sich alles gegen einander, da aber bei diesen eingesetzten Dämmen die Druckhöhe an sich niemals groß ist, so ist ein Durchbruch nicht zu besorgen, auch wenn das steilrechte Gewölbe nur einen oder wohl gar nur einen halben Ziegel Mächtigkeit hätte, die große Stärke dieser Gewölbe ist nur deshalb nothwendig, weil das durchsickernde Wasser bei einem so langen Wege viel mehr Schwierigkeiten findet als bei einem kürzeren.

Wenn in demselben Schachte noch mehrere undichte Stellen vorkommen, so wird man dieselben alle in gleicher Art behandeln und es ist ersichtlich, daß die Kosten nicht den zwanzigsten, vielleicht nicht den hundertsten Theil von dem betragen werden, was die Aufmauerung eines ganzen Schachtes kostete.

Wenn man nicht guten Cement hat, so ist von Aufführung einer Mauer gar keine Rede, denn der Kalk wird von dem Wasser sofort aufgelöst, er wird erweicht erhalten und es findet mithin durchaus kein Schutz gegen das Eindringen des Wassers statt.

In diesem Falle bedient man sich hölzerner Verdämmungen. Noch sorgfältiger als bei der Mauerung muß hier das Hangende und das Liegende der Wasser lassenden Schicht geebnet werden, die beiden Flächen müssen so glatt sein, daß ein darauf gelegtes Brett in allen Punkten die Unterlage berührt, ebenso muß es mit dem Hangenden sein, denn es handelt sich hierbei um ein Zusammenkleben der Stein- und der Holzmasse.

Nachdem man alles bis hierher vorbereitet hat, auch eine Rinne zur Entfernung des Wassers abgetieft worden ist, trocknet man die Fläche auf das Sorgfältigste zuerst mit einem Schwamm und dann mit ungelöschtem

Kalk, welchen man darauf bringt, ihn, nachdem er sich mit Feuchtigkeit beladen hat, immer wieder fortschafft, um eine möglichst vollständig trockene Fläche zu erhalten.

Ist dieses erreicht, so wird ein Kitt auf die untere Fläche gestrichen, welcher dienen soll, um eine feste Verbindung zwischen dem Balken, der die Oeffnung schließen soll, und dem Gestein zu bewerkstelligen. Dieser Kitt besteht aus Leinölfirniß (Leinöl mit einem Zehntel seines Gewichts Bleiglätte zu Firniß gekocht), gebranntem an der Luft zerfallenem Kalk und kleingehacktem Werg. Der Kitt muß fett sein, damit er Oel genug hergiebt, um in das Holz einzuziehen, dieses Holz wieder muß so trocken wie möglich sein, um nicht durch Feuchtigkeit dem Eindringen des Oels Widerstand zu leisten.

Der Balken muß nothwendiger Weise von einem Ende der Schachtwandung bis zum anderen reichen, da aber die Stelle, wo dieser Balken liegt, gerade diejenige ist, die mürbe und Wasser lassend ist, so stellt man in den vier Ecken aufrecht stehende Balken hin, welche sich zwischen dem Hangenden und Liegenden spreizen müssen, sie werden ziemlich genau eingepaßt, ihr unteres Ende wird auf eine eben solche Lage von Kitt gesetzt, wie oben beschrieben worden, und dann werden sie durch dünne Keile aus Buchenholz, wenn diese nicht mehr ziehen, durch Keile von Eisen unverrückbar befestigt.

Diese aufrecht stehenden Balken sind vierseitig, aber nicht rechtwinklig, sie kehren dem Schachte einen spitzen Winkel zu, woraus sich von selbst ergiebt, daß wenn man von einem Balken zum andern mißt, die Länge hinten, im Hintergrunde der zu schließenden Oeffnung größer ist als vorn, wo die Schachtwände mit den vorderen Kanten der aufrecht stehenden Stempel zusammentreffen.

Die liegenden Balken müssen nun so geschnitten sein, daß sie diesen Raum genau ausfüllen, die Schrägung darf übrigens nur eine äußerst geringe sein, damit die Balken, welche sich gegen die Stempel stützen sollen, nicht ihre Widerlager verlieren.

Da, wo die liegenden Balken an die stehenden stoßen, wo also eine Fuge entsteht, wird kalfatert. Man treibt in diese Fuge mit dem vorigen Kitt versehenes Werg, hierdurch wird die Fuge wasserdicht geschlossen, demnächst werden aber auch die Balkenenden gegen einander gedrückt. Damit hierdurch keine Verschiebung eines oder des anderen Stückes stattfindet, werden alle vier liegenden Balken hinter einander an ihre Stelle gebracht und dann erst wird das Kalfatern an allen vier Pfeilern gleichzeitig vorgenommen, dies ist nöthig, weil sonst das Eintreiben des Keils eine [illegible] der *Stempel* zur Folge haben müßte, wie wenig auch, da sie [illegible]

fest stehen, würde doch ein Nachschneiden der anderen Balken nöthig sein, wenn nicht dadurch, daß die stehenden von beiden Seiten zugleich gedrängt werden, sie in ihrer Lage sich unverändert erhielten.

Auf die ersten Balken werden nun wieder neue gebracht, nachdem man die oberste Seite mit dem vorhin beschriebenen Kitt versehen hat, es wird dann genau so verfahren, wie bei der ersten Schicht, und so legt man drei, vier, auch wohl mehr auf einander, bis die Oeffnung beinahe geschlossen ist. Nunmehr wird die letzte Spalte durch Keile geschlossen, welche gleichfalls gefirnißt und mit dem Wergkitt versehen sind, so daß dadurch eine Kalfaterung entsteht, welche nunmehr nach oben die Oeffnung so vollständig schließt, wie dieselbe vorher an den Seiten geschlossen worden ist.

Die Dämme, welche man in Stollen zu machen genöthigt ist, haben in der Regel größere Schwierigkeiten, weil der Raum, der geschlossen werden soll, größer ist.

Bei diesen liegenden Dämmen ist eine Hauptschwierigkeit in dem nicht genügend Widerstand leistenden Gestein zu suchen, ist dieses porös, so eignet es sich nicht zu den Widerlagen, ist dasselbe gar zerklüftet, so darf man die Aufführung eines Dammes als gänzlich wirkungslos gar nicht erst versuchen, denn die abgeschnitten werden sollenden Gewässer ziehen sich von den Seiten des Dammes bis dahin, wohin der natürliche Fall sie treibt, sie umgehen den Damm, es ist also eine vergebliche Arbeit.

Nun tritt aber sehr häufig der Fall ein, daß ein Abschneiden des Wassers nothwendig wird, weil die Maschine dasselbe nicht bewältigen kann. Auch noch andere Ursachen zwingen mitunter zu einer solchen Arbeit. Irgend wo hatte ein Müller an einem Bache sich angebaut und er wurde von den Quellen des Berges genährt, jetzt wird dort ein Bergwerk angelegt und die Wasser, welche früher alle zu seiner Mühle rannen, sammeln sich zu großem Unbehagen des Besitzers in dem Bergwerk, müssen durch mächtige Pumpen herausgeschafft werden und fließen natürlich irgend wo anders hin, nur nicht zu der Mühle, weshalb der Besitzer Entschädigungsansprüche macht, die ihm, wenn er klagend auftritt, der Richter auch zuspricht.

Wo nun also der Damm gezogen werden muß, läßt man seine erste Sorge sein, eine Stelle aufzusuchen, welche an den Seiten ein hinlänglich festes Gestein liefert, um es als Widerlage benutzen zu können.

Besonders in Steinkohlenbergwerken tritt die Nothwendigkeit, solche Dämme zu schlagen, oft ein. Erze liegen in der Regel in Gängen, Steinkohlen aber immer in Lagern, und da kann es sehr leicht sein, daß von den vielen Stollen, die man treiben muß, um das Bergwerk auszubeuten, einer oder der andere eine Ader anbricht, die nunmehr zu einer großen Last für das Bergwerk wird. Die Vermehrung der Maschinenkraft steht

in der Regel nicht im Verhältniß zu dem Gewinn an Kohle, man schöpft mithin das Wasser nicht aus, weil dieses mehr kosten würde als die Kohlen, die man gewinnen kann, werth sind, sondern man schließt den Gang durch einen Damm und giebt die dahinter liegenden Kohlen Preis, man verzichtet auf dessen Ausbeutung und nimmt aus dem Bergwerk nur dasjenige, was sich nach Absperrung der Wasserader gewinnen läßt.

In dem Stollen, aus welchem das Wasser herkommt, sucht man einen Punkt auf, an welchem man seine Balken gegen festen Stein oder gegen kompakte, dichte Steinkohlen stützen kann.

Hat man diese Stelle gefunden, so bringt man noch einen Klafter weit in den Stollen vor und führt daselbst einen Damm von Lehm auf, der zwischen Bretter geschlagen wird, und während man den eigentlichen Bau aufführt, dazu dient, das Wasser abzuhalten. Der Damm wird so gemacht, daß man je nach der Breite des Stollens, der mitunter 12 Fuß haben kann, aber auch wohl nur 4 Fuß hat, zwei Reihen dünner Stempel etwa Fuß weit von einander aufstellt, an diese Stempel Bretter lehnt und den Zwischenraum mit feuchtem Lehm ausfüllt, derselbe wird festgetreten, an die Sohle und an die Seitenwände so gut als an die Bretter fest angedrückt, wenn die untersten beiden Bretter oder vielmehr der Zwischenraum zwischen ihnen mit Lehm gefüllt sind, setzt man zwei neue Bretter auf und fährt so weiter fort, bis man das Hangende erreicht hat.

Ist der Zufluß stark, so ist nothwendig, daß man ganz unten eine Röhre durch diesen Damm gehen lasse, aus welcher das Wasser entweichen kann, ist der Zufluß schwach, so wird man möglicher Weise mit dem Bau fertig, bevor der interimistische Damm von dem Wasser überstaut ist.

Hat man die erforderlichen Vorsichtsmaßregeln getroffen, um die Störung der Arbeit zu verhindern, so wird nunmehr der eigentliche Damm aufgemacht. In das feste Gestein oder in die Kohle, welche als Widerlage dienen soll, hat man mittelst des Meißels schräge Flächen eingehauen und den Boden so vollständig geebnet, daß darauf die Mauer aufgeführt werden kann, es pflegt auch hier mit sehr gut gebrannten Ziegelsteinen und mit hydraulischem Mörtel gemauert zu werden, der letztere ist immer unerläßlich, man bildet ein flaches, aufrecht stehendes Gewölbe, welches seine erhabene Seite dem provisorischen Damme zukehrt, weil von dort der Druck herkommt, man pflegt auch hier gern das Gewölbe so stark zu machen, als zwei Ziegellängen es geben, man sieht auf die Verbindung der Steine mit den Seiten oder Widerlagen sowohl als auf die Verbindung der [illegible] unter sich und mit dem Boden und mauert endlich den Stollen [illegible] hin zu, so daß nirgends mehr eine Oeffnung übrig bleibt. Das Rohr, [illegible] welches das Wasser abfließen konnte, wird nunmehr durch einen [illegible]

geschlossen und damit dieser nicht herausgedrängt werden kann, setzt man eine eiserne Stange daran in das Gestein der Sohle.

Ein solcher Damm ist in der Regel der wohlfeilste und der zweckmäßigste, dennoch pflegt man sehr häufig Dämme von Holz zu machen, die schwieriger aufzustellen und kostbarer sind, aber es wird dieses mitunter geboten, indem es an dem besseren Material fehlt.

Die hölzernen Dämme werden ähnlich den oben angeführten Verdämmungen der Schachte aufgebaut, es giebt dabei aber eine große Mannigfaltigkeit von Verfahrungsarten, eine der originellsten ist die aus hölzernen Ziegelsteinen, d. h. aus Stücken Eichenholz, welche ganz in die Form von solchen Ziegelsteinen gebracht worden sind, wie man sie zur Ausmauerung eines Brunnens anwendet. Zum Bau wird nun vorerst der Boden vollkommen geebnet, es werden die Widerlagen auf das Sorgfältigste behauen und zwar viel reiner und glatter, als es bei der Mauerung nothwendig wäre, dann wird einen Klafter weit von der Stelle, an welcher der Damm entstehen soll, vorläufig ein anderer Damm aus Lehm aufgeführt, auch hier natürlich mit der Vorsicht, daß man eine Abzugsröhre anbringt.

Auf den geebneten Boden, den man in der oben angegebenen Weise getrocknet hat, wird der Kitt aufgestrichen, welcher die Holzstücke mit dem Stein verbinden soll. Die hölzernen Ziegel sind alle sehr glatt gehobelt und die zu einer Schicht bestimmten haben durchaus gleiche Höhe. Von beiden Seiten setzt man nun die Holzstücke auf die mit Kitt versehene untere Fläche, streicht zwischen je zwei Stücke noch Kitt hinein und wenn man in der Mitte angelangt ist, wird auch das Schlußstück eingesetzt und entweder durch eine Schraube angezogen, so daß sich alles gewölbartig schließt, festsetzt, oder dieser Schlußstein wird von der Rückseite her durch mäßige Schläge mit einem Hammer an seine Stelle getrieben.

In derselben Art baut man die zweite Schicht auf u. s. f., braucht aber immer die Vorsicht, durch bedeutenden Druck jede obere mit der unteren zu vereinigen und dieser Druck wird dadurch ausgeübt, daß man, nachdem der Schlußstein eingesetzt und angezogen ist, die ganzen Lager mit einem Brette bedeckt und darauf 5 bis 6 Stützen, gegen das Hangende gelehnt, antreibt. Nach einigen Stunden kann man diese Stützen wegnehmen und eine dritte Schicht, allenfalls auch gleich eine vierte aufsetzen, dann von neuem die Anspannung gegen die Decke hervorbringen.

Hat man die halbe Höhe erreicht, so pflegt man in der Mitte mehrere Stücke auszusparen, so daß nur rechts und links Theile des Gewölbes aufgeklebt werden, nicht aber das Ganze. Es giebt dieses das sogenannte Mannloch, die Oeffnung, durch welche diejenigen Arbeiter, die zwischen dem vorläufigen Lehmdamme und dem hölzernen aufgestellt sind, weil sie von

hier besser zu arbeiten vermögen als auf der concaven Seite des Gewölbes, aus- und eingehen können.

Hat die Höhe dieser Oeffnung ein solches Maß erreicht, daß ein Mann bequem dadurch aus- und einschlüpfen kann, so schließt man oben die nächste Reihe wieder ganz, man legt ein paar Eisenschienen unter, damit die Stücke, die den nächsten Kreis schließen sollen, nicht in freier Luft schweben, man legt sie jedoch so ein, daß sie nach der Vollendung des Baues hinweggenommen werden können. Nun fährt man mit der Arbeit fort, bis der ganze Damm fertig ist und oben gegen das Hangende stößt. Mit diesem wird nunmehr der ganze Damm durch die beste Kalfaterung verbunden, was auch noch von innen geschieht, alsdann verlassen die Arbeiter durch das Mannloch ihren Arbeitsraum und jetzt wird die Oeffnung zugesetzt.

Es geschieht dieses, wie alles Bisherige, mit hölzernen, keilförmig gestalteten Stücken, die in Leinöl eingelegt und fest gezogen werden. Endlich bleibt nur noch ein Stück übrig, man hat bis auf die letzte Reihe alles zugesetzt und in dieser Reihe fehlt noch ein Ziegel, der kann nicht mehr von hinten her eingeschoben werden, ihn muß man von vorn einsetzen und damit dieses möglich werde, haben die beiden benachbarten Stücke eine etwas stärkere Schrägung nach vorn, so daß eine keilförmige Oeffnung entsteht, welche nach der concaven Seite des Gewölbes um ein ganz klein wenig größer ist, als nach der convexen, der hierzu ganz passend eingerichtete Schlußstein mit dem leicht trocknenden Kitt versehen, wird hineingeschoben und durch schwache Schläge befestigt; sobald er getrocknet ist, kann er von dem Wasser nicht mehr aus seiner Stelle verdrängt werden, die Oberfläche, welche er demselben zukehrt, ist zu gering, sie braucht noch nicht zwei Quadratzoll zu betragen, der Druck, den das Wasser auf diese geringe Fläche ausüben kann, ist so unbedeutend, daß von einer Verschiebung des Keils nicht die Rede sein würde, selbst wenn er ganz ohne Kitt eingesetzt und nur leicht eingedrückt wäre. Das ganze Gewölbe aber vermag einem Gesammtdruck von 10,000 Centnern mit Bequemlichkeit zu widerstehen.

Das Rohr, welches zur Ableitung des Wassers dient, wird nun auch verschlossen und man überläßt es dann dem freiwilligen Steigen des Wassers hinter dem Damme, sich gegen diesen zu lehnen. Ist das Gestein, welches seine Seiten bildet oder stützt, einigermaßen fest, so ist von einem Einbrechen desselben gar keine Rede, aber allerdings kommt es darauf an, welch' einem Druck Widerstand geleistet werden soll, denn obwohl 10,000 Centner ein schönes Gewicht sind, so giebt es doch Fälle, in denen der Druck bedeutend stärker ist.

Um zu ermitteln, welche Stärke man nothwendig haben [illegible]

rechnet man die Höhe der Wassersäule, welche sich durch Abdämmung ergeben wird. Man muß wissen, von woher das Wasser, welches jetzt im Schachte befindlich ist, seinen Ursprung hat, für jede 5 Lachter hat man auf jeden Quadratzoll des Gemäuers 15 Pfund zu rechnen, beträgt die Höhe der Wassersäule also 150 Lachter, so wird man 30 Atmosphären oder 450 Pfund auf jeden Zoll zu rechnen haben. Ist nun die Oberfläche eines solchen Dammes 60 Quadratfuß groß, so ergiebt sich hieraus ein Druck von mehr als 38,000 Centnern und es will schon etwas sagen, einem solchen Drucke Widerstand zu leisten. Was dazu nöthig ist, läßt sich auch gar nicht berechnen, man ist lediglich auf die Erfahrung angewiesen und deshalb hat man in den Gruben von Westphalen Ziegelmauern aufgeführt, welche eine Dicke von 40 bis 63 Zoll hatten, d. h. welche 4 bis 6 ganze Ziegelsteinlängen zu ihrer Dicke hatten, ja man hat sogar einen Streckendamm erbaut, dessen Dicke 7 Fuß betrug. Aus solchen Beispielen ersieht man nicht allein die große Wichtigkeit der Dämme, sondern man nimmt auch wahr, welche Sorgfalt darauf verwendet werden muß, um sie gehörig wirksam zu machen.

Mitunter sind die zuströmenden Wassermassen so groß, daß man nicht im Stande ist, sie zu bewältigen, es ist die Erscheinung gar nicht selten, daß man beim Abteufen von Schachten auf Wasseradern stößt, welche nicht Wasser tropfenweise herabsinken lassen, sondern welche Fontainen bilden, Wasserstrahlen geben, die in einer Minute 25 bis 30 Kubikfuß ergießen. Dies ist höchst gefährlich und hat nicht selten das Ersäufen des ganzen Bergwerks zur Folge. Hier einen Damm zu ziehen, ist nur durch Holz möglich, weil Holz (d. h. Bohlen oder Balken) große Flächen zudeckt und weil man dasselbe durch eingetriebene Keile außerordentlich festsetzen, durch Kalfaterung aber wasserdicht machen kann. Wo man einen solchen Schaden erfährt, wird der Holzdamm schleunigst und so weit von der Wandung des Schachtes wie möglich gesetzt, zuerst, um dem Wasser den ferneren Zutritt zu wehren, dann aber, um eine starke Mauer mit gutem Cement aufführen und dadurch den hölzernen Damm unnöthig machen zu können.

Es ist äußerst schwer, eine solche Wassermasse, wie die gedachte, durch Pumpen zu bewältigen, ist der Andrang so groß, daß man fürchtet, die unteren Theile des Bergwerks damit zu überschwemmen, so mauert man durch ein starkes Gewölbe unterhalb der angebrochenen Wasserader den Schacht zu und sucht nun über dieser Wölbung das Wasser zu erhalten und durch einen Stollen über dem höchsten Niveau angebracht sowie durch einen von dort aus niedergehenden Schacht das Bergwerk wieder zu gewinnen.

Die Wasserlosung.

So wird die Wegleitung des Wassers, welches sich in den Gruben ansammelt, durch Stollen oder durch Pumpen genannt. Auch hier ist das Verfahren verschieden, das einfachste ist, daß man aus dem niedrigsten Theile des Bergwerks einen Stollen zu Tage führt, der bei einer mäßigen Senkung dem Wasser einen freien Abfluß gewährt. Der schwierigere Fall ist der, wo man einen bereits vorhandenen Stollen, der über der tiefsten Stelle des Bergwerks gelegen ist, zur Ableitung des Wassers benutzt, vielleicht, weil er schon zu Tage ausgeht oder weil ihn bis dahin zu führen, weniger zeit- und weniger geldraubend sein würde, als der Bau eines neuen. In diesem Falle aber muß das Wasser bis zu der Höhe des Stollens durch Maschinenkraft gehoben werden und es stellt sich diese Art der Entwässerung um so unvortheilhafter heraus, je höher das Wasser gehoben werden muß.

Der Erbauung oder Sprengung eines solchen Stollens geht immer ein sorgfältiges Nivellement vorher, ohne welches selbstverständlich an keine zweckmäßige Anlage zu denken ist, der Fall des Stollens muß eine gewisse Grenze inne halten, man pflegt auf 1000 Fuß Länge selten weniger als 1 Fuß und selten mehr als 2 zu geben, bei einer geringeren Neigung ist das Ablaufen des Wassers nicht rasch genug und da das Grubenwasser selten rein ist, so hat bei so geringem Fall dasselbe nicht Stoßkraft genug, um den Schlamm und Sand vor sich herzuschieben, in Folge dessen Versandungen eintreten müssen. Ist der Fall zu groß, so verliert man an Teufe, wie der Bergmann sagt (an Tiefe), indem man nicht weit genug unter das Bergwerk kommt, sondern dasselbe in einer etwas zu großen Höhe anbohrt, anzapft.

Hin und wieder glaubt man Stollen ganz ebensöhlig anlegen zu dürfen, dann hat man jedoch die Unbequemlichkeit einer Wasserstauung, die um nichts vortheilhafter ist, als der Verlust an Tiefe. Das Wesentlichste ist jedenfalls, daß bei zu flachen oder gar ebensöhligen Stollen das Wasser, welches abfließen soll, leicht sumpfig wird und die Luft des Bergwerks, statt sie zu bessern, was immer ein Hauptzweck der Erbauung eines Wasserstollens ist, verdirbt.

Hat der Stollen einen zweckmäßigen Fall, so darf man unbedenklich ts von ihm mit dem Bergwerk in die Tiefe gehen, das Wasser läuft er Sohle rasch genug ab, um nicht unter Benachtheiligung der Stockwerke in die Tiefe zu dringen. Ist die Sohle zu locker, ist

sie wasserlassend, so hat die Chemie Mittel, sie wasserdicht zu machen. Bekannt ist jene innige Mengung von kleingeschlagenen Steinen, Asphalt und Steinkohlentheer oder auch von Steinpulver und Steinkohlenpech, welches dadurch erhalten wird, daß man von dem Theer die ätherischen Oele abdestillirt.

Eine oder die andere Substanz wird in großen Kesseln flüssig gemacht und es wird, nachdem der Boden getrocknet und durch darauf angezündetes Feuer erwärmt worden ist, diese Sohle mit der flüssigen Pech- und Steinmasse bestrichen. Die Erwärmung des Bodens ist ein sehr sicheres Mittel gegen die Ablösung der Asphaltbedeckung von dem Gestein. Die Sohle eines Stollens auf solche Weise geschützt, ist ganz undurchdringlich gegen das Wasser und der Kostenaufwand kann kaum in Betracht kommen, wenn man an den Schutz der tiefer liegenden Theile des Bergwerks denkt.

Aber die Stollenanlage selbst kann fraglich werden; sie ist nämlich nur da vortheilhaft, man möchte fast sagen, nur da ausführbar, wo das ganze Terrain gebirgig ist, wo man also von der gegenwärtig tiefsten Stelle des Bergwerks nach auswärts gehend in ein Thal gelangt, in diesem Falle wird auch eine Viertelmeile nicht für zu bedeutend gefunden werden, wenn man damit nicht allein den Wasserabzug, sondern auch die Förderung der Mineralien ermöglicht, wovon wir bereits oben gesprochen. In ebenen Gegenden wird man entweder überhaupt keine Stollen anlegen können, weil sie gar keinen Zweck haben, weil sie nicht zu Tage ausgehen können, oder man wird möglicher Weise ein Flußufer erreichen und somit auch allerdings den Zweck des Stollens, aber nur nach mehrere Meilen langem Wege, und die Kosten, welche ein solcher Stollen verursacht, sind so groß, daß die Zinsen des Kapitals ausreichen, um davon die Auspumpung des Bergwerks, also die Entwässerung ohne einen Stollen zu betreiben, was in solch' einem Falle schon allein deshalb vortheilhafter ist, weil das Kapital unverändert, unangegriffen bleibt, indessen es in einem Stollen verbaut, nicht wieder erlangt werden kann, es ist nicht wie mit einem Hause, welches auch baar Geld kostet, das man aber durch Verkauf des Hauses wieder erhält. Ist das Bergwerk einmal abgebaut, so ist das ganze Kapital, was in dem Stollen steckt, vollständig verloren, es wird deshalb eine großartige Anlage der Art nur gemacht, wenn man gewiß ist, durch den Ertrag des Bergwerks seine Kosten in verhältnißmäßig kurzer Zeit zurückzuerhalten.

Solche Bauten bei Bergwerken auf Erzen kommen gar nicht vor, denn Erze findet man nicht in ebenen Gegenden, es könnten also nur Kohlenlager sein, welche man auf diese Weise aufschlösse, dann aber wird man immer zweckmäßiger finden, sich des Wassers auf irgend eine andere Weise zu entledigen. Große, Meilen lange Stollen lohnen sich übrigens beim Erzbau

sehr wohl und sind auch in Deutschland seit langer Zeit schon im Betrieb, so im Harz, in Oberschlesien, im Erzgebirge u. s. w.

Die Entfernung des Wassers auf eine andere Weise als durch künstlich erzeugten Abfluß nennt man Wasserhebung, das erste hierzu Erforderliche ist ein sogenannter Sumpf. Unterhalb des sogenannten Kunstschachtes, desjenigen, in welchem die verschiedenen Hauptarbeiten, das Auf- und Absteigen der Bergleute, vielleicht auch die Lüftung, das Fördern des Erzes betrieben wird, und in welchem man auch die Veranstaltungen hat, um das Wasser zu entfernen, wird eine Vertiefung ausgesprengt, in welcher sich die Wasser der Grube sammeln, diese Ansammlung heißt der Sumpf. Da sie an einem Orte liegt (unter dem Hauptschacht), an welchem viel und mannigfaltiger Verkehr ist, so muß man diesen Sumpf gut bedecken und die freie, offene Stelle desselben, in welcher die Eimer auf- und absteigen, mit einem Geländer umgeben. Die Entwässerung wird auf dreierlei Weise bewerkstelligt, entweder man schöpft das Wasser mit Eimern, Kübeln, Tonnen und zieht es an langen Seilen oder Ketten empor, genau so wie man die Erze fördert, oder man wendet Heber an, um das Wasser auf solche Weise von selbst ablaufen zu lassen. Dies wäre das Zweckmäßigste und Wohlfeilste, es ist jedoch nur bei sehr geringer Tiefe des Bergwerks anwendbar oder endlich man hat Pumpen verschiedener Art.

Das erste betreffend, so pflegt man die Tonnen an drei Ketten aufgehängt und mit dem Seile verbunden in den Sumpf niederzulassen, durch die Ketten wird die Tonne umgelegt, sobald sie auf dem Wasserspiegel angelangt ist, diese Ketten nämlich sind schwer genug, um den oberen Theil der Tonne, woran sie befestigt sind, nach irgend einer Seite niederzulegen. Hierdurch füllt sich die Tonne mit Wasser, sobald dieses geschehen ist, stellt sie sich in ihre natürliche Lage, sie hängt wieder an dem Seil und giebt dadurch demjenigen, der den Haspel bewegt, ein Zeichen, daß sie jetzt gefüllt sei, sowie er dadurch, daß das Seil schlaff wird, ein Zeichen erhält, daß das Gefäß am Wasserspiegel angelangt ist.

Wenn das Gefäß nunmehr mit Wasser gefüllt emporgezogen wird, erleidet es an dem Seil vielfältig Schwankungen, es stößt an die Wände des Schachtes, beschädigt diese durch seinen Eisenbeschlag, wenn die Wände von Holz sind, oder es wird selbst beschädigt, wenn die Wände von Stein sind. Endlich oben angelangt, wird das Gefäß über eine Vorrichtung gehoben, in welche es seinen Inhalt ausgießt. Unterdessen ist an demselben Seile das andere Gefäß unten angelangt und beim Rückwärtsdrehen des Haspels steigt dieses empor u. s. w.

Diese Methode hat sehr große Unbequemlichkeiten, erstens ist die Förderung sehr langsam, um einen Eimer auszuschöpfen, muß die ganze

Länge des Schachtes durchlaufen werden, zweitens werden die Gefäße durch die Schwankungen theilweise beschädigt, theilweise ihres Inhalts entledigt, endlich werden die Gefäße auch beim Umneigen und Ausgießen verletzt und sind sie sehr groß, schaffen sie eine etwas beträchtliche Wassermasse empor, so sind sie so schwer zu regieren, daß Menschenkräfte in der Regel nicht dazu ausreichen.

Um diesen Unbequemlichkeiten auszuweichen, hat man verschiedene Vorrichtungen ersonnen, unter denen diejenigen die zweckmäßigsten sind, wo die Füllung und Entleerung des Gefäßes ohne Umbiegen desselben vor sich geht. Zu diesem Behuf müssen die Gefäße an dem Boden irgend ein Ventil haben. Es ist ziemlich gleichviel, von welcher Art dasselbe ist, zweckmäßig aber muß man das Kegelventil nennen, weil es am einfachsten ist und weil es die größte Ausdehnung gestattet.

In dem Boden der Tonne oder des Kübels wird ein für die Größe desselben angemessenes Loch ausgeschnitten, welches kegelförmig und zwar nach innen, nach dem Gefäße zu weiter ist als nach außen. Also gestaltet, wie ein Blumentopf ohne Blumen. Gewöhnlich füttert man diesen Ausschnitt mit Metall aus, so daß die innere Fläche, sorgfältig abgedreht, wirklich kegelförmig gestaltet wird. In diesen hohlen Kegel paßt man durch sorgfältiges Abdrehen und Abschleifen einen zweiten gleichfalls metallenen Kegel, der jedoch ganz gefüllt ist und einen eisernen Stab in seiner Mitte hat, der weit genug, 5 bis 6 Fuß abwärts und ungefähr 1 Fuß aufwärts reicht.

Ueber dem Boden des Eimers befinden sich zwei Bügel senkrecht über einander und zwar so, daß der Bogen beider genau über der Mitte der Oeffnung in dem Eimer steht. Durch diese beiden Bügel ist ein Loch gebohrt und die obere Stange des massiven Kegels, welche das Ventil in dem Eimer bildet, geht durch diese beiden Oeffnungen hindurch solchergestalt, daß bei Hebung dieses Kegels derselbe durchaus nicht aus seiner Lage verschoben, nichts rechts oder links gedrückt werden kann.

Damit dieses ganz unmöglich werde, befindet sich unter dem Eimer noch ein dritter Bügel gleichfalls von Metall, wie die oberen, auch er ist in seiner Mitte durchbohrt und durch die Bohrung geht die Stange, welche von dem Ventil nach unten führt. Der Mechanismus ist nun dieser; sobald der Eimer in das Wasser sinkt und die Stange den Boden des Sumpfes erreicht, hebt sie das Ventil auf. Die Bügel hindern die Verschiebung, aber keinesweges die Erhebung, gleichzeitig aber hindern diese Bügel eine zu weite Erhebung, solchergestalt, daß das Gefäß zwar geöffnet, aber keinesweges von dem Verschluß ganz befreit wird. Die Stange, welche unten an dem Ventil befindlich, hat darum eine solche ungewöhnliche

Länge, damit nur reines, nicht mit Erde verunreinigtes Wasser in den Eimer komme. In diesem Falle nämlich würde das Ventil nicht dicht sein, beim Erheben würde es zwar an seine Stelle sinken, wie es unter allen Umständen thut, wenn die untere Stange nicht auf dem Boden steht, aber es würden Sandkörner oder Fasern oder sonstige Unreinigkeiten sich zwischen die Wandung des Ventils legen, deren innige Berührung eine Bedingung des vollkommenen Verschlusses ist.

Nunmehr durch das Seil gehoben, wird die ganze Tonne mit ihrem Inhalt an's Tageslicht gefördert, denn sie kann oben geschlossen sein, bis auf ein Spundloch, durch welches die darin enthalten gewesene Luft entweicht, man hat also hier schon den einen Vortheil, alles zu Tage zu bringen, was in das Gefäß gekommen ist, nichts daraus zu verlieren und überdies auch die Wände des Schachtes unbenetzt durch das vorbeifließende zu erhalten. Damit aber auch unten aus dem Ventil durchaus nichts ausfließen könne, füttert man den hohlen oder den kompakten Kegel mit weichem Leder, mit sogenanntem Wildleder, dieses saugt sich an mit Wasser und schließt dann ungemein fest, vorausgesetzt, daß es rund um gleiche Dicke habe.

Oben angelangt, wird eine solche Tonne nicht umgekippt, sondern sie wird über eine Hängebank geschoben, sie wird so hoch gehoben, daß sie mit ihrem unteren Theil über derselben steht und dann niedergelassen wird, so daß der Druck gegen die Stange des Ventils dieses öffnet, worauf die ganze Wassermenge sofort herausstürzt.

Unterdessen hat sich der unten befindliche Kübel oder die Tonne wieder gefüllt, die oben stehende wird von der Bühne herabgelenkt, und das ganze Spiel beginnt von neuem.

Obwohl dieses immer schon ein Fortschritt in der Behandlung des Apparats zu nennen ist, so muß man doch zugestehen, daß die ganze Methode der Wasserschöpfung an großen Unbequemlichkeiten leidet, wo man daher gekonnt, hat man in neuerer Zeit diese Weise verlassen und hat andere Wege eingeschlagen, um sich von dem sehr unbequemen Wasser zu befreien. Ein solcher Weg ist der durch den Heber. Es darf unsern Lesern wohl nicht erst gesagt werden, wie ein Heber beschaffen sei, ein Jeder weiß, daß ein zusammengebogenes Rohr von beliebiger Weite mit einer Flüssigkeit gefüllt und mit einem seiner beiden Enden in eine solche Flüssigkeit, Wasser, Wein oder was es sonst sei, gesteckt, veranlaßt, daß diese Flüssigkeit so lange aus dem Gefäße, in dem sie enthalten war, ausläuft, als der außen hängende Schenkel noch niedriger steht, wie das Niveau der Flüssigkeit in dem Gefäße.

Man hat solche Heber von Glas von der Dicke eines Federkiels,

von Blech von der Dicke eines Fingers, eines Pennals, man hat sie aber auch von einem sehr viel größeren Querschnitt aus sehr verschiedenem Material, so z. B. hat der berühmte Kanal von Languedoc gemauerte Heber in seinem Ufer, welche dazu dienen, das Wasser dieses Kanals auf einem gewissen Standpunkt zu erhalten und eine Ueberfüllung desselben zu verhindern. Wenn die Gewässer während des Frühjahrs in zu großer Menge von den Bergen strömen, das Niveau des Kanals stark erheben und das Wasser höher als die obere Biegung der breiten, in dem Ufer eingemauerten Heber steigt, so treten dieselben augenblicklich und zwar ganz von selbst in Kraft, das Wasser fließt dadurch ab bis zu der Gegend, in welcher sich die Oeffnung des Hebers innerhalb des Kanals befindet.

So nun macht man es auch bei einem Bergwerk. Wenn die Wasseransammlung nicht tiefer liegt als 30 Fuß und man in der Nähe der Mündung des Schachtes ein Thal hat, welches sich mehr als 30 Fuß senkt, so braucht man, um das Bergwerk vom Wasser zu befreien, nur ein armdickes Blechrohr (oder vielleicht auch zwei und mehrere) in Heberform gebogen in den Sumpf einzusetzen und die auswendige Mündung in einen großen Wasserkübel zu führen.

Werden nun beide Schenkel, nachdem sie vorher unten geschlossen waren, von oben her durch einen Trichter gefüllt, werden alsdann die Trichteröffnungen luftdicht geschlossen, die unteren Verschlüsse der Heberröhre aber hinweggenommen, so tritt augenblicklich das natürliche Spiel der hydraulischen Maschine ein, es ergießt sich der Inhalt des längeren Schenkelrohres in den Kübel, da aber oben an der Biegung keine Oeffnung, dieses herabsinkende Wasser aber entweder Luft oder Wasser nach sich ziehen muß, um fließen zu können, so hebt es genau so viel Wasser, als aus dem längeren Rohre fließt, aus dem Sumpf in die Höhe.

Die Leser, welche mit dem Heber und dessen Wirkung vertraut sind, werden fragen, wozu denn wohl der Kübel unter dem längeren Heberrohre nöthig sei, er sei im Gegentheil hindernd, er halte den raschen Abfluß des Wassers auf.

Dies ist nur scheinbar richtig. Bei einem Heber von nicht mehr als Federkieldicke findet ein Abfließen ununterbrochen statt, auch ohne daß die untere Endung in einem untergesetzten Gefäß mündet, nicht so, wenn der Heber mehrere Zoll, ja wenn er nur einen Zoll inneren Durchmesser hat, dann nämlich gehen neben dem ausfließenden Wasser Luftbläschen in die Höhe und sobald sich deren so viele gesammelt haben, daß die Biegung des Hebers oben an seinem Scheitel mit Luft gefüllt ist, statt mit Wasser, hört die Wirkung des Hebers vollständig auf.

Nicht so ist es, wenn die untere Mündung des Hebers in einem

Gefäße steht, welches diese Mündung durch den Wasserstand im Gefäße selbst schließt, so daß zwar Wasser austreten, aber keine Luft eintreten kann. Natürlich muß der Wasserstand in diesem Gefäße unter allen Umständen, auch wenn dasselbe überläuft, niedriger sein, als in dem auszuschöpfenden Sumpfe. Dieses Ueberfließen erfüllt eben den Zweck des Hebers, derselbe soll das Wasser aus dem Bergwerk schöpfen und irgend wohin ergießen, er gießt dasselbe in den Kübel und wenn dieser gefüllt ist, fließt er immerfort in solchem Verhältniß über, wie die Heber ausgeben. Ist die Menge Wasser, welche sie leiten, größer als die Menge, welche sich in gleicher Zeit in dem Sumpfe des Bergwerks sammelt, so tritt hierdurch der umgekehrte Fall ein, daß nämlich die Luft nicht in den längeren Schenkel, sondern in den kürzeren gelangt, und dieser kürzere Schenkel steht, nachdem das Wasser so weit ausgeschöpft ist, nicht mehr mit seiner ganzen Mündung darin, der vordere Schenkel entsendet seinen Inhalt in den Kübel, durch den kürzeren kommt nicht mehr Wasser, sondern Luft nach, und damit hat das Spiel des Hebers ein Ende; es füllt sich nicht die obere Biegung, es füllt sich der ganze Heber mit Luft, und um ihn wieder in Thätigkeit zu setzen, muß man die Ansammlung des Wassers bis zu einer gewissen Höhe abwarten und alsdann den oder die Heber wieder von neuem füllen; da dieses eine beschwerliche Arbeit ist, so sieht man darauf, daß die Heber einen Durchmesser haben, klein genug, um nicht die ganze Masse des Wassers, sowie sie sich sammelt, abzuführen, sondern etwas weniger. Hierdurch kommt man dazu, daß die Heber sich selbst reguliren. Da sie nämlich zu wenig Wasser schöpfen, so steigt das Niveau desselben in dem Sumpfe. In Folge dieses Steigens wird der Unterschied der Höhe des Wasserstandes im Sumpfe und in dem Kübel außerhalb des Sumpfes vermehrt, die Länge des außer dem Bergwerk befindlichen Schenkels wird mithin verhältnißmäßig größer, dadurch wird der Fall des Wassers in der Röhre beschleunigt und es läuft jetzt in gleicher Zeit mehr Wasser aus als vorher. Auf solche Art gleicht sich Ab- und Zufluß ganz von selbst aus und man könnte keine billigere und keine bequemere Methode der Entwässerung anwenden als diese, wenn ihr Gebrauch nur nicht so sehr beschränkt wäre.

In dem Dachschieferbruche von St. Goar im Bergwerksbezirk Saarbrücken hat man die Heber mit großem Vortheil angewendet. Man hat Röhren aus Zinkblech von 3 bis 4 Fuß Länge und von 4 Zoll Durchmesser machen lassen, welche an ihren beiden Enden eiserne Ringe haben, die durch Schrauben an einander gesetzt werden können und auf solche Art Röhren von einer beliebigen Weite bilden. Ebenso hat man gebogene oder winkelförmige Stücke anfertigen lassen, welche den Scheitel des Hebers

bilden. Da die Röhren alle gleich gearbeitet sind, so kann man beliebig viele und beliebig welche Stücke zusammensetzen und kann das Wasser über ein Hinderniß, welches nicht mehr als 30 Fuß beträgt, sehr wohl hinwegführen.

Der Referent wurde einmal gefragt, ob denn auf diese Weise nicht das Wasser selbst aus dem tiefsten Bergwerke gehoben werden könne, man brauche ja nur staffelweise zu verfahren, es von der untersten Stelle 30 Fuß hoch und von dieser abermals 30 Fuß hoch u. s. f. zu heben, bis man aus dem Bergwerk heraus sei.

Diese Frage beweist nur, daß derjenige, der sie that, von der Wirkung des Hebers nicht den entferntesten Begriff hatte, ein Heber bringt das Wasser nicht auf, sondern über eine Höhe hinweg, aber immer nur unter der Voraussetzung, daß der Ausgießungspunkt des Hebers tiefer liege als der Punkt, von welchem er schöpft, und wenn dieser Unterschied auch nur $\frac{1}{12}$ Zoll betragen sollte (je größer der Unterschied ist, je niedriger der Ausgußpunkt liegt, desto schneller findet der Abfluß statt, desto größer ist die in gleicher Zeit ausfließende Wassermasse), fällt der Unterschied der Höhe aber ganz fort, so hört der fernere Abfluß ganz auf und in beiden Gegenden, dem Schöpfungspunkte sowie dem Ausgießungspunkte, steht das Wasser gleich hoch und es wird nichts mehr geschöpft. Also staffelweise kann man das Wasser durch den Heber nicht zum Bergwerk hinausbringen.

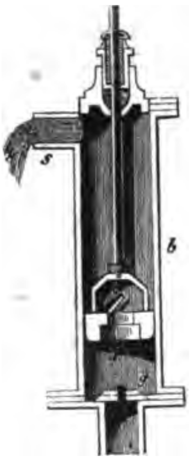
Die am allgemeinsten angewendete Entwässerungsmethode (wenn man keinen Stollen bauen will oder kann) ist die durch Pumpen.

Auch von der Pumpe kann vorausgesetzt werden, daß sie dem Leser im Allgemeinen bekannt sei, wir wollen daher, wie beim Heber, nur andeutungsweise verfahren und wollen namentlich zwei sehr wesentliche Unterschiede bei den Pumpen berücksichtigen, nämlich die Saug- und die Druckpumpe.

Die gewöhnliche Pumpe, welche wir in der umstehenden Figur 1255 sehen, unterscheidet sich von derjenigen, welche der Brunnenmacher in jedem beliebigen Hofe anlegt, nur dadurch, daß sie von Metall ist, was man in Bergwerken jederzeit angewendet findet statt des Holzes, dessen Gebrauch viel Unbequemlichkeiten unterliegt. Es ist bei weitem vergänglicher, muß also oft erneuet werden, noch öfter müssen die Pumpen ausgebessert werden, das nasse Holz bringt einen üblen Geruch hervor und wenn es beginnt in Verwesung überzugehen, so wird es sogar schädlich, es entwickeln sich Gasarten, welche den Athmungsprozeß benachtheiligen, etwas, das in einem so beschränkten Raum, wie ein Bergwerk, in welchem zugleich durch Menschen und Lampen so viel zum Verderben der Luft beigetragen wird, doppelt nachtheilig ist.

Die hier gezeichnete Pumpe hat in b den eisernen Cylinder, innerhalb dessen der Stempel f auf und ab gezogen werden kann. Am Boden dieses Cylinders, welcher gerade abgeschlossen ist, befindet sich ein Ventil g.

Fig. 1255.



Wird durch die Stempelstange, welche wir in der Mitte des Cylinders sehen, der Stempel emporgezogen, so hebt sich dieses Ventil und gestattet dem Wasser von unten her einzutreten. Sobald dieses geschehen ist, wird der Stempel herabgedrückt, aber da der Cylinder voll Wasser ist und Wasser nicht comprimirt werden kann, wie atmosphärische Luft, so geht troß aller angewendeten Kraft der Stempel nicht herunter.

Was ist nun zu thun? man muß in dem Stempel selbst eine Oeffnung anbringen, damit durch diese beim Herabdrücken desselben das Wasser sich ergießen und der Stempel demnach wieder bis zum Boden des Cylinders gebracht werden könne, um einen neuen Hub zu veranlassen.

Wenn aber nun in diesem Stempel eine Oeffnung ist, so wird das Wasser, das jetzt über dem Stempel steht, eben so gut durch die Oeffnung desselben unter ihn hinabsinken. Es würde demnach ein ganz müßiges, erfolgloses Spiel eintreten. Um dies zu hindern, hat man auch in dem Stempel ein solches Ventil, wie im Boden des Cylinders, und schließt sich dasselbe, wenn der Stempel steigt, in welchem Augenblick sich aus dem nämlichen Grunde das Ventil am Boden öffnet.

Wenn nunmehr der Stempel niedergetrieben wird, so öffnet sich das Ventil desselben durch den nämlichen Druck, der da bewerkstelligt, daß im gleichen Augenblicke sich das Ventil am Boden des Cylinders schließe.

Jetzt ist das Spiel des Stempels nicht mehr müßig, nicht mehr erfolglos, bei jedem Hub zieht der Stempel den Cylinder unter sich voll Wasser und bei jedem Herabgehen desselben tritt das Wasser, das vorher unter dem Stempel war, nunmehr über ihn.

Dieses Wasser, das über dem Stempel steht, muß nun aber fortgeschafft werden, sonst würde eben des gut schließenden Ventils wegen ein zweites Heraufheben des Stempels eben so wenig möglich sein, als bei dem zuerst betrachteten Fall ein zweitmaliges Herabdrücken.

Damit das oben befindliche Wasser entfernt werden könne, befindet sich bei s ein Ausgußrohr an dem Cylinder, jeder Hub schiebt durch dieses bei s gezeichnete Rohr das über dem Cylinder stehende Wasser hinaus und

jedes Sinken des Kolbens verursacht wieder ein neues Anfüllen des Cylinders über dem Stempel.

Würde dieses der ganze Zweck der Pumpe sein, so wäre allerdings nicht viel erreicht, stellen wir uns vor, der Hub des Stempels betrage 10 Fuß, was schon an sich durchaus unpraktisch wäre, man macht die Hubhöhe 4 Fuß, selten höher als 5 Fuß — so würde doch der ganze Erfolg der Arbeit sein, daß man das Wasser um 10 Fuß über den Boden des Cylinders gehoben hätte.

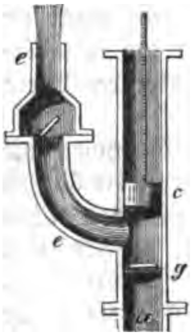
So schlimm steht die Sache nicht, selbst bei dieser Einrichtung und selbst bei einem Hub von nur 4 Fuß kann doch das Wasser 34 bis 35 Fuß über den Wasserstand gehoben werden. Unter dem Ventil g wird zu diesem Behuf ein Rohr angesetzt, welches einige 30 Fuß lang ist, dasselbe reicht mit seiner unteren Mündung eine kleine Strecke weit in das Wasser hinein, welches geschöpft werden soll. Von dem Niveau des Wassers bis zu der Höhe des Ventils darf man nicht mehr als 28 Fuß Länge annehmen, falls der Hub 4 Fuß beträgt. So hoch folgt das Wasser dem saugenden Stempel, welcher zuerst die Luft verdünnt, immer mehr verdünnt, wodurch eine immer weitere Steigung des Wassers erfolgt, bis endlich dieses in den Cylinder selbst eintritt und der nun herabkommende Stempel in das Wasser taucht und etwas davon auf seine Schultern nimmt, um sich damit zu erheben. Wenn es nun 5 Fuß steigt, wodurch die Entfernung des unteren Theils des Ventils von der Wasserfläche, die geschöpft werden soll, 33 Fuß betragen würde, so würde zwischen dem Wasser und dem aufsteigenden Stempel ein luftleerer Raum entstehen, denn höher als 32 Fuß läßt sich das Wasser nicht heben, weil es bei dieser Höhe dem Gewichte der außerhalb der Pumpenröhre darauf drückenden Luft das Gleichgewicht hält. Immerhin aber könnte bei einiger Länge des Cylinders und bei 4 Fuß Hub (oder auch 5 Fuß, vorausgesetzt, daß das lange Saugrohr nicht 28, sondern nur 27 Fuß hätte) das Wasser doch im Ganzen auf einige 30 Fuß gehoben werden, bevor es sich aus der Mündung s ergießt.

Dieses indessen ist dem Bergmann bei weitem nicht genug, brauchte er weiter nichts als das, so könnte er den viel bequemeren Heber anwenden, er will das Wasser 100 Fuß hoch und darüber heben, vielleicht mehrere hundert Fuß, deshalb setzt er an die Mündung s ein senkrecht aufwärts gehendes Rohr, wohinein bei jedem neuen Hub das durch den Stempel geschöpfte Wasser getrieben wird und so steigt in diesem Rohre das Wasser weiter und weiter und es würde das keine Grenze haben, wenn die Stempelstange, vermöge deren der Kolben regiert wird, nicht zu lang, nicht zu schwer würde.

In der umstehenden Figur 1256 sehen wir diejenige Einrichtung einer

Pumpe, welche man von der umgekehrten Wirkung Druckpumpe nennt. Eigentlich kann man einen solchen Unterschied kaum einmal machen, doch ist es der Sprachgebrauch, der dieses thut, und um nicht die Begriffe zu verwirren, muß man dabei bleiben, man sieht nämlich wohl, daß dieses Instrument ebenso eine Saug- wie eine Druckpumpe ist. Wenn der Stempel c emporgehoben wird, so öffnet sich unter ihm das Ventil g, es saugt also in diesem Augenblick das Wasser herauf. Wenn es nunmehr abwärts geschoben wird, so drückt es das Wasser zusammen und es muß sich durch ein Ventil Bahn brechen. Dieses Ventil ist aber nicht in dem Stempel, sondern in einem Ansatz. Das Ausgußrohr, welches wir in der vorigen Figur oberhalb des Stempels geöffnet sahen, befindet sich bei der Druckpumpe unterhalb desselben. Ein gebogenes Rohr e führt aus dem Cylinder nach dem Steigerohr e, woselbst ein Ventil innerhalb einer Erweiterung desselben angebracht ist, wodurch das zusammengedrückte Wasser gerade so entweicht, wie bei der oben beschriebenen Pumpe das zusammengedrückte Wasser durch das Ventil innerhalb des Kolbens entwich. Die Wirkung ist in beiden Fällen dieselbe, der Hub des Kolbens saugt das Wasser aus dem Rohre a auf, der Druck desselben Stempels treibt das Wasser durch ein Ventil, entweder innerhalb des Stempels oder innerhalb eines seitwärts gebogenen Rohrs, nur bei dem ferneren Verlauf findet die Erhebung des Wassers in dem Seitenrohr nicht dadurch statt, daß der Stempel es auf seine Schultern nimmt und trägt, sondern dadurch, daß er es beim Abwärtsgehen vor sich her durch das Ventil schiebt. In einem wie im andern Falle hat man vermöge der Schwere des Gestänges eine gewisse Grenze, die zu überschreiten nicht wohl gestattet ist, dennoch sind die Druckpumpen wirksamer als die andern, weil sie nicht so viel Kraft absorbiren, indem das Gewicht der Stempelstange für das Wasser als bewegende Kraft wirkt.

Fig. 1256.



Befinden wir uns außerhalb des Bergwerk bei der dort stehenden Dampfmaschine, so sehen wir, daß sie eine gewisse Anstrengung macht, um die Stempelstange zu heben. Wir wollen annehmen, ihr Gewicht betrage 100 Centner, es wird mithin von der Dampfmaschine gefordert, daß sie diese 100 Centner in einer Minute so und so viel Mal 4 Fuß emporhebe und 4 Fuß herabdrücke.

Wir haben eine Saugpumpe vor uns, am Anfange geht dieses ganz bequem, denn beim ersten Hub befinden sich nur 4 Fuß Wasser in dem

Cylinder und wenn sein Querschnitt etwa 1 Quadratfuß beträgt, so würden diese 4 Fuß ein wenig mehr als 2 Centner ausmachen.

Nunmehr kommt der zweite Hub, dabei steigt in dem dünneren seitwärts ausgehenden Rohr das Wasser um 20 Fuß, es drückt mithin auf den Stempel die Last einer Wassersäule von 24 Fuß Höhe, d. h. ein Gewicht von 12 Centnern, abermals gehoben wird nach dem dritten Hub das Wasser 44 Fuß hoch über dem Stempel stehen, er wird mithin durch 22 Centner belastet sein und wir haben bei dem zehnten Hub schon das Gewicht der Stempelstange durch das darauf liegende Wasser verdoppelt. Man sieht wohl, daß bei 200 Fuß Höhe 100 Centner Wasser zu heben sind (auf die Weite des Steigerohrs kommt es bekanntlich nicht an, sondern nur auf die Größe der Grundfläche und auf die Höhe des Wasserstandes), statt daß also die Maschine am Anfange 100 Centner zu heben hatte, muß sie jetzt 200 tragen.

Gleichviel, ob die Zahlen richtig sind, das Verhältniß ist genau das angegebene, mehr oder minder wird die Stempelstange durch das gehobene Wasser belastet und es kann kommen, daß diese Belastung das Gewicht der Stempelstange um vieles übertrifft.

Viel günstiger stellt sich das Verhältniß bei der Druckpumpe. Hier hat die Dampfmaschine niemals eine höhere Belastung zu tragen, als die zuerst durch die Stempelstange gegebene, das Gewicht der Stempelstange aber drückt, ohne die Kraft der Maschine beim Heruntergehen das Wasser seitwärts fort. Es findet hier nun ein eben solches Steigen des Gewichts statt, wie bei der vorhin betrachteten Saugpumpe, aber wie die Wassersäule auch zunehmen möge, so lange sie nicht in dem Seitenrohre e so hoch steht, daß das Gewicht, welches sie ausübt, dem Gewicht der Stempelstange gleich ist, wird diese immer allein durch ihre Masse das Wasser heben, d. h. in die Höhe drücken. Erst wenn vermöge der großen Höhe der Wassersäule das Gewicht größer wird, als das der Stempelstange, braucht die Maschine eine vermehrte Kraft, muß sie zu dem Druck, den das Gewicht der Stempelstange ausübt, noch einen anderen Druck fügen, um die Wassersäule höher zu heben. Es ist demnach auf Seiten dieser Druckpumpe ein entschiedener Vortheil.

Die Praxis lehrt vielerlei Vortheile anwenden, um die Kraft, welche nöthig ist, auf ihr geringstes Maß herabzudrücken, so benutzt man z. B. hohle Kolbenstangen, gezogene Röhren von Schmiedeeisen, nicht gegossene, weil man erfahren hat, daß ein Cylinder, welcher hohl ist, mehr Gewicht trägt und mehr hebt, ohne zu zerreißen, als eine massive Stange von gleicher Länge und gleichem Gewicht. Man wendet auch wohl hölzerne Stangen an, welche dann immer aus möglichst harzigem Holze und so lang

wie es thunlich ist, genommen werden damit der Ansätze so wenig seien als möglich, denn da, wo zwei Stangen durch metallene Hülsen und durch Schrauben mit einander zu einer doppelt so langen Stange verbunden sind, da ist die schwächste Stelle dieser Stange.

Die einzelnen Stücke der Steigeröhre sind jederzeit durch Schrauben mit einander verbunden, sie haben immer breite Ansätze, durch welche mehrere Oeffnungen für starke Schrauben gehen und diese Ansätze werden durch zwischengelegte Lederscheiben gedichtet, hierauf kommt sehr viel an, denn bei der außerordentlichen Höhe, zu welcher man das Wasser zu heben genöthigt ist, werden die Verbindungsstellen leicht undicht. Dieses ist auch ein Hauptgrund, weshalb man selten oder niemals hölzerne Röhren zur Hebung des Wassers anwendet. Bei mehreren hundert Fuß Höhe, d. h. bei 6 bis 7 Atmosphären, wird der Druck des Wassers gegen das Holz so groß, daß es nicht mehr widerstandsfähig ist, daß es vom Wasser vollständig durchdrungen wird und daß dasselbe außen an der Wandung herniederläuft. Auch gußeiserne Steigeröhren reichen nicht aus, falls das Eisen nicht sehr dicht oder im entgegengesetzten Falle die Rohrwandung sehr stark ist.

Um die außerordentliche Spannung, welche durch Verlängerung der Röhre hervorgebracht wird, zu vermeiden, pflegt man die Hubhöhe zu theilen. Hat der Schacht 800 Fuß Tiefe, so bringt man vier Abtheilungen an, so daß jede Pumpe nur auf 200 Fuß wirkt, ihr Wasser in einen Behälter gießt, aus welchem dasselbe durch eine zweite Pumpe auf die nächste Stufe gehoben wird. Bei der ganzen Höhe von 800 Fuß, d. h. bei 28 Atmosphären, würde es so gut wie unmöglich sein, die Röhre widerstandsfähig, die Gliederung vollkommen dicht zu machen und die Stempel in den Pumpen, welche das Wasser zu einer solchen Höhe empor treiben sollten, müßten ganz außerordentlich dicht und gedrängt in ihren Cylindern gehen, wodurch eine unnöthige Kraftverschwendung eintreten würde. Endlich pflegt man, wenn des Wassers viel zu beschaffen ist, den Durchmesser der Pumpe nicht zu vergrößern, sondern lieber zwei Pumpen neben einander zu stellen, wodurch gleichfalls bei gleicher Wirkung eine bedeutende Kraftersparniß erzielt wird.

Bei sehr großen Tiefen hat man, wie bereits bemerkt, gewaltig lange Stempelstangen nöthig, auch hier hat man versucht, der ungeheuren Verlängerung derselben ein Ziel zu setzen, nicht sowohl allein dadurch, daß man die Rohrlänge unterbricht, daß man Abtheilungen macht, in welchem Falle zwar das Wasser aus dem untersten Raume nur 200 Fuß bis zum ersten Absatz gehoben zu werden braucht, die Stempelstange aber doch Fuß lang sein muß, sondern dadurch, daß man die Bewegungsmaschine

theilt, ein Stück derselben 600 Fuß tief unter die Oberfläche, ein anderes 400 Fuß, ein drittes 200 Fuß tief stellt und nur die Hauptmaschine an der Oberfläche der Erde stehen läßt. Dieses kann auf zweierlei Weise geschehen, indem man entweder die Knie, die Winkelhebel, durch unterbrochene Stangen in Bewegung setzt, oder indem man statt derselben Krummzapfen anwendet, die durch Riemscheiben getrieben werden, da dann eine Riemscheibe 200 Fuß unter der Hauptmaschine steht, welche den ersten Krummzapfen, an dem die Stempelstange sich hebt und senkt, in Bewegung setzt, aber auch zu gleicher Zeit eine zweite Riemscheibe dreht, von welcher der Riemen abermals eine Stufe niedriger hinabreicht, wo dann dasselbe vorgenommen wird, bis man so an den Grund des Bergwerks kommt, man wird natürlich die Strecke für die Riemen so sehr verkürzen als möglich und lieber die Zahl der Scheiben vermehren, aber erreicht kann gerade auf diesem Wege außerordentlich viel werden.

Man bleibt indessen, sei es nun aus Vorurtheil oder sei es in der Ueberzeugung, wirklich das Bessere gewählt zu haben, meistens bei den Gestängen von Holz oder von Eisen und man verwendet in beiden Fällen die größte Sorgfalt auf die Zusammensetzung desselben.

Was das hölzerne Gestänge betrifft, so hat sich durch Versuche ergeben, daß harziges Föhrenholz bei weitem besser ist als das in früheren Zeiten allgemein angewendete Eichenholz. Es leistet sowohl gegen den Druck als gegen den Zug einen geringeren Widerstand als das Nadelholz, selbst wenn man das beste langfaserigste Kernholz wählt, überdies ist es theurer als das Holz der Nadelbäume und es kann niemals so lang und so schlicht erhalten werden, daher das Zusammensetzen viel öfter vorkommt, was schon an sich ein großer Uebelstand ist.

Ueber die Art der Aneinanderfügung haben sich die Ansichten vielfach verschieden gezeigt und es ist bis jetzt noch nicht gelungen, ein allgemein gültiges System einzuführen. Hierüber ist man einig, daß ein Durchbohren der Stangen da, wo sie an einander gefügt werden sollen, nicht ganz zweckmäßig sei, man greift daher lieber zu der sogenannten Verkämmung, man schneidet von den beiden Stangen, welche mit einander verbunden werden sollen, an der künftigen Berührungsstelle mit einer möglichst geringen Schrägung von jeder der beiden Stangen so viel weg, daß ein Geringes mehr als die Hälfte der Stangendicke von der dünnsten, schwächsten Stelle fortgeschnitten wird, dagegen umgekehrt an der dicksten Stelle dieses Abschnittes wiederum ein Geringes mehr als die Hälfte stehen bleibt. Legt man nun diese beiden gleich großen Ausschnitte an einander, so müssen die beiden Stangen für das Auge und das Gefühl eine Stange bilden und da von jeder derselben etwas in die Masse der anderen eingreift, so würden

sie nicht mehr von einander getrennt werden können, wenn man es vermöchte zu verhindern, daß die dickeren Stellen der Abschnitte sich einander nähern.

Um dieses nun zu verhindern, um die beiden Theile der Stange in der Lage zu erhalten, in welche man sie durch das Einschneiden gebracht hat, legt man eiserne Schienen auf beiden Seiten an, die man durch stark, warm aufgetriebene eiserne Klammern solchergestalt gegen das Holz preßt, daß dadurch verhindert wird, was oben angedeutet worden.

Diese Verkämmung ist aber ein sehr großer Uebelstand, denn sie schwächt eine jede Stange so sehr, daß sie um etwas weniger als die Hälfte ihres früheren Querschnittes hat.

Um dieser Unannehmlichkeit abzuhelfen, setzt man die Schienen viel weiter fort, als die Verkämmung reicht. Von jeder Seite derselben wenigstens so lang, als der Abschnitt selbst ist. Würde dieser die Länge von 1 Fuß haben, so würde man die Schienen 3 Fuß lang machen müssen.

Diese Enden werden zwar gleichfalls durch Klammern an die Stange gedrückt, aber sie haben auch noch ein anderes Mittel zur Befestigung, entweder nämlich versieht man dieselben an verschiedenen Stellen mit correspondirenden Löchern, durch welche und durch das Holz man Bolzen steckt, die durch Schrauben festgehalten werden, oder die Schienen haben an ihrem äußersten Ende kurze, rechtwinklige Umbiegungen, mit denen sie in das Holz des Gestänges zangenartig eingreifen. Man wird diese Vorsprünge nicht stärker als einen Viertelzoll zu machen brauchen und es wird hierdurch das Holz weniger geschwächt als durch die wiederholte Durchbohrung, auf solche Art vermag man eine ungemein feste Verbindung mehrerer Stangen hervorzubringen, ohne die Stangen der Gefahr der Zerreißung an den schwachen Stellen auszusetzen.

An anderen Orten macht man die Verkämmungen sehr viel länger und macht statt eines solchen in die Tiefe dringenden Einschnittes sehr viele, welche auf die ganze Länge der Verkämmung vertheilt sind und wodurch man zu gewinnen glaubt, daß die Holzdicke im äußersten Grade geschont werde. Die Verklammerung übrigens wird in derselben Weise vorgenommen, wie vorhin beschrieben worden.

So kurze Verkämmungen wendet man übrigens nur an, wenn die Schachte nicht tief sind und man nur eine oder zwei Zusammenfügungen braucht, die Holzstärke demnach auch nur eine mäßige ist, z. B. 4 Zoll im Quadrat oder 16 Quadratzoll, es giebt aber Fälle, in denen das Gestänge 100 Lachter und darüber lang ist, dann pflegt man noch anders zu verfahren, gewöhnlich nimmt man eigentliche Balken von 8 bis 10 Zoll im Quadrat (64 bis 100 Quadratzoll Querschnitt), dann schwächt [illegible]

Balken in der Mitte aus einander und verschiebt ihre Hälften solchergestalt, daß jederzeit ein Zusammenstoß auf die Mitte des anderen Balkentheils zu liegen kommt. Nehmen wir an, jeder Balken hätte 40 Fuß, so wird man damit anfangen, eine solche Hälfte quer durchzuschneiden, so daß sie also nur noch 20 Fuß lang ist. An diese eine Hälfte legt man ein Stück von 40 Fuß und daran wieder eins von 40 Fuß u. s. f., bis die ganze Länge, welche erforderlich ist, erreicht worden. Nun fängt man mit der anderen Hälfte eben dieser Balken wieder von vorn an, legt zuerst an das 20 Fuß lange Stück einen halb durchgeschnitten Balken von vollen 40 Fuß Länge, dieser wird nun in der Mitte des zweiten unten liegenden Balkens ein Ende haben. Darauf legt man einen zweiten Balken, der von der Mitte des zur Hälfte bedeckten bis zur Mitte des dritten Balkens reicht u. s. f., auf diese Weise wird man an das Ende gelangen, aber der letzte aufgelegte Balken wird 20 Fuß von dem untersten Ende abstehen. Hier fügt man nun das oben von dem ersten Balken abgeschnittene Stück an, jede der beiden Hälften hat demnach so und so viel der Länge nach durchschnittene ganze Balken und einen solchen halben.

Auf beiden Seiten, bei recht vorsichtigen Bergbaumeistern auf allen vier Seiten, werden nun so lang das Gestänge ist Schienen von gewalztem Eisen aufgelegt mit Schraubenklammern befestigt, überdies aber sind dieselben auch noch durchbohrt und wenn sie in der gehörigen Weise gefügt sind, bohrt man auch die Balken durch, steckt Bolzen in die Oeffnungen und zieht sie mit tüchtigen Schrauben fest.

Man sieht wohl, daß ein solcher 10 Zoll starker und 800 Fuß langer Balken nicht leicht ist, daß es eine mächtige Maschine fordert, um denselben in Bewegung zu setzen. Hier reichen 100 Centner Gewicht bei weitem nicht zu, er wiegt vielleicht 4 bis 5 Mal so viel. In Bergwerken von solcher Tiefe werden auch Maschinen angewendet, welche 200, 300 Pferdekraft haben, aber man sieht auch zugleich, daß man solch' einen Balken nun nicht wohl wird in die Höhe richten und dann in den Schacht hinablassen können. Hätte man auch Kräfte, um das Emporheben und Senkrechtstellen zu bewirken, so würde man doch seine Mühe nicht sehr belohnt sehen, der Balken würde in viele Stücke zerbrechen.

Es versteht sich von selbst, daß ein solches Unternehmen niemals versucht wird, nicht blos ein Bergbaumeister, sondern schon jeder Laie müßte dasselbe für Unsinn erklären. Nachdem die Zusammenfügung der ganzen Länge nach geschehen ist, wird die Masse der einzelnen Theile aus einander genommen und Stück für Stück wird jedes einzelne in den Schacht gesenkt und darin zusammengesetzt. Die Zusammensetzungsstellen werden immer am Tage erhalten und sowie man das erste Stück um einen Ansatz ver-

längert hat, wird es so weit in den Schacht hinabgelassen, daß man nunmehr das zweite Stück gleichfalls bei Tage ansetzen und befestigen kann.

Innerhalb des Schachtes sind in den nöthigen Entfernungen Balken eingelassen, welche als Stützpunkte für den sich nach unten fortwährend verlängernden Balken dienen.

Solch' ein riesiges Gestänge setzt die Pumpen eines Bergwerks sämmtlich zugleich in Bewegung. Wir haben bereits gesagt, daß man die Wasser nicht in einer Säule hebt, sondern daß man verschiedene sogenannte Sätze macht, welche bald länger, bald kürzer sind, wie es in der Ansicht des Bergwerksingenieurs liegt, jede Pumpe hat, wie begreiflich, ihren eigenen Stempel und jeder Stempel seine eigene Stange. Um diese Stange durch den mächtigen Balken, welchen wir so eben beschrieben, in Bewegung zu setzen, sind an den geeigneten Stellen, also alle Mal um einige Fuß höher als das Ausgußrohr des jedesmaligen Satzes, eiserne Stangen angebracht, deren eine sich senkrecht von dem Balken entfernt und bis mitten über das Pumpenrohr reicht, woselbst sie in einem Haken endet. Damit diese Stange nicht verbogen werde, ist sie sowohl von unten als von oben her durch eine schräg stehende Eisenstange gestützt, welche von dem Balken nach den Enden der Hakenstange reicht. So ist es eingerichtet, wenn man nur drei Eisenstangen anzuwenden gedenkt, ist der Satz jedoch lang und hat man also eine beträchtliche Last von Wasser zu heben, so stützt man die senkrecht von dem Balken ausgehenden Hakenstangen gern sowohl von unten durch zwei als auch von oben durch eben so viele von den Seiten des Balkens schräg zu der Stange gehende eiserne Träger. Hiermit pflegt erreicht zu sein, was irgend erforderlich für die Leistung eines solchen Apparats. Die Befestigung des Gestänges an dem Haken wird nun noch so gemacht, daß nur ein geringer Spielraum vorhanden ist und jeder Hub und jede Senkung der Stange in voller Wirkung auf die Pumpe übergeht, kein sogenannter todter Punkt einen Theil der Kraft ungenutzt vorüber gehen läßt.

In einigen Bergwerken bedient man sich eiserner Gestänge. Fast niemals wendet man eine einfache massive Stange an, sondern man bedient sich entweder gezogener schmiedeeiserner Röhren, wie wir bereits angeführt haben, oder man wendet bei sehr großen, mächtigen Gestängen 4, 6 und mehr Zoll starke runde Stangen oder doppelt so starke Röhren von der oben angedeuteten Art an.

Die Röhrenlänge hat ihre Grenzen, nicht nur ist man außer Stande, Röhren oder Stangen von beliebiger Länge zu machen, sondern wenn man es könnte, würde man dieselben unzweckmäßig nennen müssen, [illegible]

eine Stange von 50 Fuß Länge sich aus der horizontalen Lage in die vertikale nicht ohne Verbiegung bringen läßt.

Röhre und Stange sind gewöhnlich nicht länger als zwei Klafter, aber wenn sie auch drei Klafter lang wären, immer müßten sie vielfältig zusammengesetzt und so mit einander zu einer großen Masse verbunden werden.

Solch' ein eisernes Gestänge ist ein wahres Kunstwerk. Sind die Stangen nicht rund, sondern viereckig, so hat eine jede derselben an den beiden Enden eine Erweiterung und eine Durchbohrung; sie erhält sowohl oben als unten einen Kopf von der doppelten Breite der Stange (aber von gleicher Dicke) und erhält eine Durchbohrung, welche der Dicke der Stange entspricht.

Um zwei Stangen der Länge nach mit einander zu verbinden, legt man sie mit den Köpfen zusammen und bringt auf jeder Seite eine Schiene an, welche gleichfalls durchlöchert ist. Die Löcher kommen so zu stehen, daß durch beide Schienen und durch eine Stange ein Bolzen gesteckt und mittelst einer Schraube befestigt werden kann. Ebenso geschieht es mit denselben beiden Schienen und dem nächsten Ende der zweiten Stange.

Dies wird aber in der Regel nicht das Genügende sein, man wird nicht eine Stange mit einer zweiten, sondern man wird wenigstens zwei Stangen mit zwei anderen verbinden wollen, ist dieses der Fall, so bedarf man dreier Schienen. Man legt die beiden Stangen des einen Satzes und die beiden Stangen des anderen Satzes der Länge nach an einander und bringt zwischen diese vier Stangen eine Schiene, bringt aber außerhalb jederseits auch noch eine Schiene an, so daß für die vier an einander zu setzenden Stangen drei Schienen nöthig sind. Hier sind fünf Löcher für einen Bolzen, derselbe muß durch die drei Schienen und die zwei Stangen hindurch gehen und dieselben mit einander verbinden, dasselbe geschieht für den zweiten Bolzen mit den anderen Löchern derselben Schienen und den beiden Oeffnungen der beiden anderen Stangen.

Die Stangen sämmtlich werden sowohl angewendet, um Wasser zu ziehen und zu heben, als sie auch selbstverständlich einen gewaltigen Druck ausüben sowohl gegen den sinkenden Stempel als auch auf sich und ihre Gliederung. Daher kann man mit einer Zusammensetzung von einem Paar nicht ausreichen, man fügt stets Bündel von solchen Stangen zusammen und wo möglich stellt man sie quadratisch. Dies kann nur mit gewissen Zahlen geschehen, 5, 6, 7 lassen sich nicht in ein Quadrat stellen, dies geht nur mit 4, mit 9, mit 16 u. s. w. Sollen neun Stangen so verbunden werden, so wird man an jeder Verbindungsstelle vier Schienen brauchen und jede Schiene wird sechs Löcher haben müssen, man wird alsdann auf die erste Schiene drei Stangen nach einer und drei nach der anderen

Richtung legen, hierauf wird eine zweite Schiene kommen und darauf wieder drei Stangen nach jeder der beiden Richtungen, hierauf wird man eine dritte Schiene legen und auf die letzten drei Paar Stangen endlich kommt die letzte Schiene, die Oeffnungen müssen so gestellt sein, daß die Verbindungsbolzen bequem hindurchgehen, und damit sich dieses von selbst mache, fängt man mit dem Einstecken aller sechs Bolzen gleich bei der Niederlegung der ersten Schiene an. Die Oehre oder Oeffnungen der Stangen werden nun auf diese Dorne gelegt, darauf kommt die zweite Schiene u. s. f., bis die letzte aufgepaßt ist und nun starke Schraubenmuttern die Verbindung aller der Theile, deren dreizehn sind ohne die Bolzen, bewerkstelligen.

Ueber diese Zahl von neun Stangen geht man wohl nicht hinaus, das gewöhnlichste ist, daß man deren vier anwendet.

Sind die Stangen rund oder hat man Röhren, so pflegt man dieselben an beiden Enden mit Gewinden zu versehen und man wendet nunmehr sechsseitig geschnittene Muttern an, welche auf ein jedes Rohr oder jede Stange $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll hinaufreichen. Zuerst wird die Mutter an eine Stange gesetzt und daran festgezogen, alsdann aber wird die zweite Stange oder Röhre in das andere Ende derselben Mutter gesetzt und auf solche Weise aus zwei Stangen eine gemacht und die Verbindung ist hier stärker als die Stange selbst, sowie auch bei den vorhin gedachten Verbindungen, es wird nur gefordert, daß die Schrauben gut geschnitten und nur äußerst wenig konisch seien, damit möglichst viel Gänge mit der vollen Fläche fassen.

Auch bei diesen aus Rundeisen oder Röhren gemachten eisernen Gestängen sieht man sehr darauf, sie in die Form von Quadraten zu bringen und dazu bedient man sich eiserner Scheiben mit so vielen Löchern, als man Stangen anwenden will. Gesetzt, es seien vier nöthig zu einem Gestänge, so wird man sich so viel Zoll dicke Eisenplatten machen lassen, als man Zusammensetzungen an dem Gestänge hat. Bei jedem Gelenk wird, bevor die Schrauben aufgesetzt werden, eine solche Scheibe angewendet, vier Oeffnungen genau passend für die Stangen, quadratisch gestellt sind in diese Scheibe gebohrt, sie werden auf die vier Stangen gesteckt und dann kommt die Zusammensetzung. Hierauf wird wieder eine eben solche Scheibe angebracht und dann wird die zweite Zusammensetzung vorgenommen u. s. w.

Es ergiebt sich hieraus, daß an jeder Zusammenfügungsstelle ein starker Widerstand leistender Körper befindlich ist, welcher die Verschiebung wie die Verbiegung hindert. So verklammerte Stangen stützen sich ge[gen] und können einen so gewaltigen Zug aushalten, wie sie einen Druck ausüben können. Selbstverständlich kann man auch mehr Stangen an einander fügen.

Bei so großen Gestängen liegt ein Uebelstand theils in der Vibration, welcher sie unterworfen sind, in den Schwankungen, theils darin, daß es beinahe unmöglich ist, die auf- und niedergehende Bewegung so zu handhaben, daß sie nicht aus der Axe der Stange weiche. Um nun diesen Unbequemlichkeiten zu begegnen, pflegt man an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Richtungen innerhalb desjenigen Raumes, in welchem sich das Gestänge befindet, Rollen anzubringen, eiserne Scheiben von etwas mehr als der Breite des Gestänges, gegen welches dieses Gestänge sich lehnen kann, wodurch seine Erschütterung um ein Bedeutendes verringert und zwar so viel Mal verringert wird, als man Rollen auf seiner ganzen Länge angebracht hat. Mit dem Gestänge außerhalb des Schachtes, welches von der Bewegungsmaschine herkommt, ist das hängende Gezeug in der Regel durch einen sogenannten Winkel verbunden, durch ein rechtwinkliges, in eben diesem rechten Winkel bewegliches sehr starkes Stück Eisen, meistens aus zwei Armen mit dazwischenliegenden Spreizen und Haltern bestehend angebracht. Dasjenige Ende, an welchem das Gestänge befestigt ist, trägt eine breite Schiene von einem Viertelkreise, an dem obersten Theil desselben ist eine Kette mit flachen Gliedern befestigt, von der Gestalt, wie sie in den Taschenuhren älterer Art gebraucht werden. Man nennt sie auch englische Ketten, gewöhnlich aber müssen diese Ketten nicht zwei- und eingliedrig, sondern vier- und fünfgliedrig sein. In derselben Art, wie wir vorhin die Zusammensetzung viereckiger Eisenstangen zu einem Gestänge beschrieben haben, werden auch diese Ketten zusammengefügt, nur legt man nicht mehrere Lagen auf einander, sondern nur die beliebige Anzahl neben einander, ferner wird der Bolzen, welcher die fünf Glieder der ersten Reihe mit den vier Gliedern der zweiten verbindet, nicht so fest gezogen, daß diese Glieder sich nicht leicht und bequem bewegen könnten. An diese vier Glieder der zweiten Reihe kommen wieder fünf Glieder als dritte und hierzu vier Glieder als vierte Reihe u. s. f.

Auf diese Weise erhält man eine Kette, welche nur nach einer einzigen Richtung beweglich ist. Hängt man dieselbe an einem festen Gegenstand auf, so wird man sie mit ihrer Breite zwar beliebig schwingen können, aber nach ihrer schmalen Seite gedrängt, muß sie Widerstand leisten, als ob sie eine Stange wäre und nicht eine Kette.

Wie viel Reihen von vier und fünf Stücken abwechselnd nöthig sind, kommt auf die Länge der Glieder, die Größe des Quadranten und den Weg an, den der Stempel innerhalb des Kolbens zu machen hat. Diese breite Kette liegt auf dem breiten Viertelkreis, auf der Stirn desselben, an ihrem unteren Ende hängt das Gestänge, der Arm, an dem die Kette sich befindet, liegt horizontal, der Arm, auf welchen die Dampfmaschine oder das

Mühlwerk einwirkt, steht vertikal. Wenn die Maschine diesen senkrecht stehenden Arm an sich zieht, so hebt sich der wagerechte, wenn die Maschine den Arm los läßt, so senkt sich der horizontale. An diesen wickelt sich die Kette auf und ab, sie zieht das Gestänge empor und läßt es sinken, aber stets ganz gerade, ohne es aus seiner natürlichen Richtung zu bringen.

Man hat in neuerer Zeit versucht, die gewaltig schweren Gestänge durch Drahtseile zu ersetzen, und es ist zum Bewundern gelungen. Die große Last der Stangen machte eine große Mächtigkeit der Maschinen nöthig, ferner bedrohte die Last wiederum den Bergwerksbesitzer mit einem, oft sehr unglückliche Folgen nach sich ziehenden Zerreißen. Entsteht irgend wo ein Bruch, so stürzt das hunderte von Centnern schwere Gestänge nieder bis in die Tiefen des Schachtes, zertrümmert die Pumpen und was darum und daran ist und schlägt vielleicht ein halbes Dutzend oder mehr Menschen todt und verstümmelt andere.

Man hat allerdings Vorrichtungen erdacht, welche dazu dienen, dem großen Uebelstande, welchen wir berührten, entgegen zu wirken. Man nennt dergleichen „Fangvorrichtungen" und sie haben einen entschiedenen, nicht zu bezweifelnden Werth, sie bestehen hauptsächlich aus Querhölzern, welche an verschiedenen Stellen des Gestänges und immer wiederkehrend auf gewissen Längen angebracht sind, man nennt dieselben Fangschuhe und sie haben den Zweck, zu verhindern, daß das etwa reißende oder zerbrechende Gestänge weiter abwärts soll, als diese Schuhe erlauben. Um dieses zu erreichen, gehen unter einem jeden solchen Schuh zwei starke Balken durch die Abtheilung des Schachtes, in welcher das Gestänge sich bewegt, diese Balken sind so gestellt, daß sie sich etwa einen Zoll tief unter der niedrigsten Lage des Schuhes befinden, dergestalt, daß, wenn etwa das Gestänge bricht, der Schuh genau einen Zoll unter derjenigen Stelle, bis zu welcher er von selbst sinken würde, einen Halt findet. Da dieses an vielen verschiedenen Punkten in ganz gleicher Weise durchgeführt ist, so kann natürlich die Last des Gestänges durch alle diese einzelnen Stützen getragen werden, um so mehr, als das Brechen gewöhnlich eintritt, wenn die Bewegung wechselt, wenn sie aus dem Sinken in das Steigen übergeht, wenn mithin das Gestänge seine niedrigste Lage angenommen hat, der mögliche Fall desselben also nur einen Zoll beträgt.

Von nicht geringer Wichtigkeit ist noch eine andere Vorrichtung an dem Gestänge, nämlich ein Gegengewicht, welches dazu dient, die ungeheure Last des Gestänges auszugleichen, eine solche Vorrichtung hat man in Essen (in dem Regierungsbezirk Düsseldorf der preußischen Rheinlande) angewendet. Hier ist ein Gestänge nöthig, welches nahezu 160 Centner wiegt. Um den größten Theil des Gewichts auszugleichen und nur so [illegible]

übrig zu lassen, als erforderlich, um den nöthigen Druck auf die Stempel der Pumpen auszuüben, hat man neben dem Gestängeschacht einen zweiten Schacht abgeteuft, der nicht bis zum Boden geht und keine Verbindung mit dem übrigen Bergwerk hat, ein sogenannter blinder Schacht ist, er dient zu weiter nichts als zum Wege für das Gegengewicht. Zwischen beiden Schachten, dem für das Gestänge und dem für das Gegengewicht, steht ein sehr starker Galgen, ein Stützpunkt für den Balancier, der zwischen dem Gewichte und dem Gestänge erforderlich ist und die Bewegung beider zu einander überträgt, während so an dem einen Ende das Gestänge sinkt, hebt am anderen Ende der Balancier das Gegengewicht, und während das Gestänge durch die Kraft der Maschine gehoben wird, unterstützt das sinkende Gegengewicht diese Wirkung.

In dem vorliegenden Falle beträgt das letztgedachte 120 Centner und die Anwendung desselben ist von solchem Vortheil für die Maschinerie, daß man im Stande ist, den Dampfdruck um beinahe 3 Pfund auf den Quadratzoll des Kessels zu verringern, was sowohl eine beträchtliche Ersparniß an Brennmaterial genannt werden muß, als auch zugleich der Kessel dadurch sehr geschont wird, weil eine Ueberlastung desselben ihn immer stark angreift.

Die Gegengewichte bestehen im schlechtesten Falle aus großen hölzernen Kästen, die mit Steinen gefüllt sind, im besseren Falle aber aus gußeisernen Scheiben, welche über einer eisernen Leiste hängen und nach Belieben durch Zufügen oder Hinwegnehmen dem Bedürfniß angepaßt werden können. Es ist von Wichtigkeit, gerade diese Anordnung zu treffen, und die Gegengewichte haben daher einen Schlitz oder Einschnitt, wodurch man im Stande ist, sie nach Belieben zu der Gesammtmasse zu fügen oder davon wegzunehmen; der Vortheil liegt darin, daß man bei dieser Behandlung nicht nöthig hat, das ganze Gewicht von dem Gestänge zu trennen, um etwa ein paar Scheiben von einigen Centnern abzunehmen oder zuzufügen, was bei 120 Centnern immer keine Kleinigkeit ist.

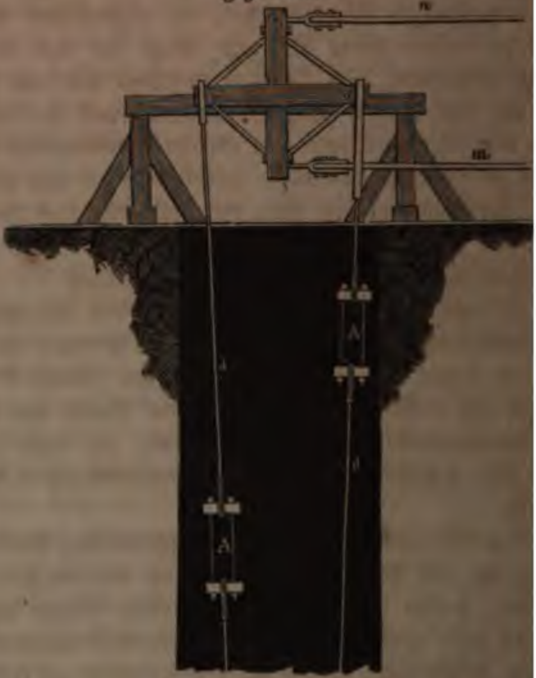
Eine andere sehr zweckmäßige Art von Gegengewicht ist die sogenannte Wassersäule oder der hydrostatische Balancier, von welchem wir in der umstehenden Figur 1257 eine Zeichnung geben. Dieser Balancier besteht in einer ganz gewöhnlichen Druckpumpe y, einem darin gehenden Stempel z und einem Steigerohr x, Ventile sind nirgends vorhanden und nirgends nöthig. Der Stempel z ist auf die Weise, welche die Figur 1257 zeigt, mit den Gestängen verbunden, in der Röhre x, welche nach Bedürfniß erhöht wird und welche deshalb aus einer großen Menge von mit Ansätzen versehenen eisernen Röhrenstücken besteht, befindet sich Wasser bis zu derjenigen Höhe, daß sein Gewicht, d. h. sein Druck auf den Stempel innerhalb

der Pumpe y so viel von der Last des Gestänges trägt, als man
Dampfmaschine abnehmen will.

Fig. 1257.



Fig. 1258.



Diese Einrichtung kann ein wenig theurer sein als die vorhin
führte, allein sie hat den höchst wesentlichen Vortheil, daß ihre Anwe
ohne die geringste Belästigung für das ganze Maschinenwerk vor sich
daß nirgends ein Stoß, ein heftiger Ruck bei dem viel tausend Mal w
kehrenden Wechsel der Bewegung eintritt, sondern die Vermehrung
Verminderung des Gegengewichts so außerordentlich gleichmäßig wec
und abnehmend ist, daß man wohl behaupten darf, es würde schwe
etwas zu erdenken, was in noch vortheilhafterer oder auch nur gl
Weise dem vorliegenden Zwecke entsprechend ist, man wendet dasselbe
halb auch in sehr vielen Bergwerken an.

Allen diesen Unbequemlichkeiten aber weicht man aus durch das
berührte Drahtgestänge, durch den Ersatz der gewaltigen, viel über 100
ner schweren hölzernen oder eisernen Massen, deren Zusammense
allein 3 Mal, 4 Mal so viel kostet als die erforderlichen Drahtseile.

Die Anwendung sehen wir in Figur 1258. Auf einem genügend f
Gestelle, welches begreiflicher Weise viel kräftiger gebaut sein mu

unsere Skizze angiebt, ruht ein Kreuz op, an dessen senkrechtem Arm die Leitstangen der Maschine mn wirken. An dem horizontalen Arm desselben Kreuzes op hängen die Drahtseile dd. Sie können nunmehr in beliebige Tiefen geführt werden und an ihrem unteren Ende mit dem Stempel verbunden die Pumpen in Bewegung setzen. Es werden dieses immer Saugpumpen sein müssen, weil für den Fall, daß es Druckpumpen sein sollten, man gerade dasjenige, was man ersparen will, das Gewicht des Gestänges, durch irgend eine Vorrichtung ersetzen müßte, welche den Druck ausübt. Bei einer Saugpumpe aber ist nichts weiter erforderlich, als daß der mittelst des Seils gehobene Stempel so schwer sei, um durch die Wassermasse des Pumpencylinders wieder bis auf den Boden desselben herabzusinken, wozu im höchsten Falle 10 Centner reichlich genügen werden.

Während nun die Arme an dem Kreuz, so weit sie mit der Maschine verbunden sind, von dieser hin und her gezogen werden, steigen die anderen Arme auf und ab und heben so die Last des Wassers, welche geschöpft werden soll. Ein Uebelstand wird sich übrigens bald zeigen, das ist die Streckung der Seile, es wird unmöglich sein, ihnen eine solche Spannung zu geben, daß sie durch ihre Anwendung sich nicht selbst verlängern, aber auch hiergegen hat die Mechanik ein Mittel gefunden. Unsere Figur zeigt an den beiden abwärts gehenden Drahtenden, auf welche Weise man die sich verlängernden Drähte beliebig spannen könne. Diese Drahtseile sind zwischen A oben sowohl als unten abgeschnitten und in Knoten gedreht, jeder solcher Knoten befindet sich unterhalb einer starken eisernen Querleiste und die beiden Querleisten sind durch Schienen der Länge nach verbunden, sie haben oben sowohl als unten Schraubenmuttern und wenn diese angezogen werden, so müssen die Drahtseile der Spannung folgen. Entsteht also durch die Arbeit nach und nach eine Streckung, hört die Spannung auf, diejenige zu sein, welche man von der vollständigen Wirkung der Maschine verlangen kann, so wird an diesem Zwischenstück die Schraube rechts sowohl als links angezogen und alsbald tritt diejenige Spannung ein, die zur vollständigen Wirkung nöthig ist.

Da diese Drahtseile bei gleicher Länge wie das Gestänge außerordentlich viel dünner sind, so unterliegen sie den Schwankungen noch mehr als das Gestänge, das sie ersetzt. Um dieses zu hintertreiben, bedient man sich der sogenannten Schleppschienen. Man befestigt in gewissen Entfernungen von einander an den Drahtseilen eiserne Blätter, welche auf der einen Seite, wo das Drahtseil liegt, hohl, auf der anderen aber flach sind. Diese Schleppschienen haben etwas größere Länge als der jedesmalige Hub der Maschine beträgt. Sollen die Kolbenstempel 4 Fuß gehoben werden, so wird man diese Schienen 5 Fuß lang machen müssen. Da, wo dieselben

an dem Drahtseile befestigt sind, bringt man in der Zimmerung des Schachtes herausgehende Träger an, welche mit ziemlich großen Walzen versehen sind, auf der Oberfläche derselben ruht die Schleppschiene und wie das Seil gehoben wird oder sich senkt, so läuft die Schiene auf der Walze hin und her.

Muß das Seil Winkel machen, so pflegt man in einigen Bergwerken demselben an dieser Stelle Rollen unterzulegen, immer von einem möglichst großen Durchmesser als Räder von 2 Fuß, 3 Fuß, so groß, als es der Platz erlaubt. Dies ist ganz unerläßlich, denn sonst würde das Seil sehr bald zerstört werden, indem es sich auf der Unterlage scheuert. Aber auch das Bewegen auf einer Rolle ist durchaus nicht ohne Nachtheil für das Drahtseil, denn es findet bei dieser Bewegung jederzeit eine Biegung statt. Nun hätte eine einmalige Biegung, eine hundertmalige oder tausendmalige wohl kaum einen nachtheiligen Einfluß, wenn sie so gering ist, wie sie durch Leitung über eine Rolle gemacht werden kann.

Wenn die Biegung aber in jeder Minute 3 Mal, auch wohl 4 Mal wiederholt wird, also täglich jedes Seil an derselben Stelle 5000 bis 6000 Mal gebogen wird, so summirt sie sich während eines einzigen Monats schon zu 150,000 bis 180,000 Mal und das ist wohl nachtheilig, es wird Jedermann einleuchten, daß hierdurch ein Schaden an der Festigkeit des Seils entstehen müsse, deshalb ist man auf ein anderes sehr vernünftiges Auskunftsmittel gekommen.

Fig. 1259.



Unsere Figur 1259 zeigt uns in pq den Winkel, welcher an Stelle der Rolle gesetzt wird und welcher bei p seinen Drehungspunkt, vorn zwischen n und m aber einen Kreisabschnitt, welcher die genügende Länge hat, um den Lauf des Seils an der Stelle zu leiten, wo die Abweichung von der einmal eingeschlagenen Richtung stattfindet, über diese Biegung würde das Drahtseil laufen, dann hätte man aber nicht den mindesten Vortheil von der ganzen Veranstaltung, statt also das Drahtseil selbst darauf zu legen, unterbricht man dasselbe an dieser Stelle durch eine flach gegliederte Kette. mn sind die Drahtenden, zwischen beiden befinden sich 6 Glieder einer solchen flachen oder englischen Kette, es können begreiflich derselben auch 20 sein [illegible], hierauf kommt es nicht an, sondern nur auf das Vorhandensein derselben und die Wirkung, die sie dem Drahtseile gegenüber hat. Diese [illegible] nämlich schonen die Biegungen nicht, sie kann sich so viel [illegible] strecken und krümmen, als man nur irgend will: [illegible] die D[illegible]

in denen die verbindenden Bolzen stecken, nicht ausgelaufen sind, bevor diese Bolzen nicht dünn geschliffen sind, ist von der Gefahr der Zerreißung keine Rede und durch fleißiges Einfetten kann man dieses Ausschleifen sehr viele Jahre lang hinausschieben.

Wie viele Drähte man anwenden müsse, um ein genügendes Seil daraus herzustellen, läßt sich nicht bestimmen, es kommt dieses zugleich auf die Last an, welche man ihnen aufzubürden gedenkt.

Die Drähte werden so stark genommen, daß jeder einzelne 10 Centner trägt und erst bei einer Belastung von mehr als 10 Centnern reißt, wenn man nun in irgend einem Bergwerke 12 Pumpen in Bewegung zu setzen hat und jede derselben eine Kraft von 5 Centnern in Anspruch nimmt, die Gesammtlast also 60 Centner beträgt, so würden 6 Drähte ausreichen, um dieses zu beschaffen, allerdings hat man noch Friction und manches andere zu überwinden, man würde daher wohl noch die Tragkraft eines Drahts zulegen müssen, also 7 Drähte brauchen. Dies hieße jedoch die Kraft der Drähte bis auf das Aeußerste anspannen, ja sie überbieten, und dergleichen läßt sich ein tüchtiger Ingenieur niemals zu Schulden kommen, wer steht ihm dafür, daß nicht irgend eine Stelle eines solchen Drahtes ein wenig schwächer sei als er voraussetzt und daß somit das ganze Gestänge nach kurzer Zeit zertrümmert wird. Man pflegt in der Regel nicht mehr als den vierten Theil der wirklichen Tragkraft zu benutzen oder was gleichviel ist, die Seile dergestalt zu verstärken, daß sie 4 Mal so viel tragen, als genau genommen nöthig ist. Man würde also in dem vorliegenden Falle statt 7 Drähte 28, vielleicht auch 30 Drähte anwenden und würde nicht glauben, hiermit zu viel geleistet zu haben, in der That auch kann man nicht vorsichtig genug sein, denn es handelt sich immer sowohl um einen großen Kostenaufwand, als um die Gefahr, der die Arbeiter unterliegen, wenn ein solches Unglück, wie das Zerreißen eines Seils, eintritt.

Bei der Annahme, 30 Drähte statt 28 anzuwenden, würde auf das Gewicht der Drahtseile selbst noch gesehen.

Gewöhnlich befindet sich die Maschine, welche die Bewegung giebt, nicht unmittelbar bei dem Schachte, es muß mithin eine Verbindung der Maschine und des Gestänges hervorgebracht werden. Diese Verbindung nennt man gleichfalls Gestänge und zwar weil es nicht innerhalb eines Schachtes, sondern auf freiem Felde steht, nennt man es das Feldgestänge. Dasselbe unterscheidet sich nur wenig von dem für die Schachte beschriebenen. Der Hauptunterschied liegt darin, daß die Stangen, statt senkrecht bewegt zu werden, mehr oder minder horizontal laufen. Dieses allerdings macht einen Unterschied und bedingt Veranstaltungen, welche zu berühren erforderlich ist.

Das Feldgestänge besteht gleich dem Schachtgestänge aus Holz, aus Eisen oder aus Drahtseilen. Innerhalb der Schachte herrscht eine fast gleiche Temperatur. Sommer und Winter machen nur einen höchst geringen Unterschied, anders ist es mit der Oberfläche der Erde, wo die Sommerwärme eine Temperatur von 35 Grad über Null hervorbringt, die Winterkälte aber, namentlich in den gebirgigen Gegenden, bis zu 20 Grad unter Null herabsinkt.

Ein Unterschied von 50 bis 60 Grad macht sich bei langen Gestängen so sehr bemerkbar, daß Störungen eintreten. Ist das Gestänge im Winter aufgestellt, so wird es im Sommer so stark verlängert werden, daß Biegungen desselben eintreten, ist hingegen das Gestänge, welches das Wahrscheinlichere ist, während des Sommers aufgestellt, so kann die Verkürzung so bedeutend werden, daß theilweise Zerreißungen stattfinden. Eins wie das andere ist sehr störend und da es nicht verhindert werden kann, so geht man in der Regel von eisernen Gestängen ab und wendet statt derselben hölzerne an, welche dieser Unbequemlichkeit nicht unterliegen, indem das Holz zwar nach seiner Breitendimension durch Feuchtigkeit und Trockenheit verändert wird, nicht aber nach seiner Längenerstreckung durch Wärme oder Kälte.

Das Gestänge in Gruben, in Schachten dürfte eigentlich gar nicht gestützt werden, wenn nicht Zittern, wenn nicht Schwanken der langen, gerade Linie dieses nöthig machte, anders ist es mit dem horizontal laufenden Gestänge, dieses biegt sich unter seiner eigenen Last, während jenes sich durch dieselbe nur verlängert, und dieser Biegung muß entgegengekommen werden, was man dadurch bewerkstelligt, daß man dem Gestänge von Strecke zu Strecke Rollen untersetzt oder sogenannte Schwingungen. Auf je 20 oder 30 Fuß, je nachdem das Gestänge stark ist, stellt man unter dasselbe einen Bock, der im Boden wohl befestigt ist und auch stark genug, um die Last des Gestänges zu tragen. In der Mitte desselben befindet sich ein Hebel von starkem Eisen quer durchbohrt, in dieser Durchbohrung steckt ein Bolzen und derselbe trägt ein emporsteigendes Stück Holz, eine Stütze für das Gestänge. Die Länge richtet sich natürlich nach der Größe der Bewegung und sie muß so beschaffen sein, daß in eben dieser Bewegung keine Störung eintreten kann, was dadurch bewerkstelligt wird, daß man eben diese Stützen genügend lang macht. Wenn die Bewegung z. B. 4 Fuß beträgt, wenn der Hub des Stempels innerhalb der Pumpenstiefel 4 Fuß weit geht, so muß man die Stützen wenigstens 10 Fuß hoch machen, während des Hin- und Herganges der obere Theil, welcher Bewegung mitnehmen muß, sich nicht zu stark hebe und senke. dieser Ausdehnung der Stützen wird das Steigen und Fallen

längs schon 4 bis 5 Zoll betragen, wollte man das Gestänge auf Stützen legen, welche nur so hoch wären, als gerade erforderlich, um die nöthigen 1 Fuß laufend zu machen, so würde die Steigung und Senkung des Feldgestänges selbst 2 Fuß ausmachen und dies würde die nothwendige Folge haben, daß es durch die Gewalt der Maschine in sich selbst zertrümmert, zerdrückt werden müßte oder daß es, falls es stark genug wäre, um Widerstand zu leisten, die Maschine unter Zerstörung der feineren Theile derselben zum Stillstand bringen würde.

Diese hohen Stützen sollen nur leiten, sollen jedes Sinken verhindern, um ein solches ganz unmöglich zu machen, kann man die Einrichtung treffen, daß der Theil des Gestänges, welcher geschützt werden soll, nicht auf einem beweglichen Knie, sondern auf einer drehbaren Rolle liegt. In diesem Falle braucht man natürlich die Rolle nicht so groß zu machen, daß ihr Radius der Höhe der Stützen entspräche. Dieses würde einen Durchmesser von 20 Fuß voraussetzen. Allerdings wird es für die bewegende Kraft von Vortheil sein, wenn man die Räder so groß macht wie möglich, 20 Fuß Durchmesser würden demnach gar nicht schädlich sein, aber auch 2 Fuß, ja allenfalls schon 1 Fuß Durchmesser würden genügen.

Falls man dergleichen Stützen anwendet, so findet eine Senkung des Gestänges durchaus nicht statt, die Führung desselben weicht von der horizontalen Linie oder überhaupt von derjenigen, welche man dem Gestänge zu geben genöthigt ist, nicht um einen Viertelzoll ab. Diejenigen Stellen, an denen die Stützen angebracht sind, müssen natürlich gegen Abnutzung durch Reibung möglichst geschützt werden, man darf also, falls das Gestänge aus Holz oder aus Drahtseilen besteht, nicht versäumen, ihm den erforderlichen Schutz durch eine Belegung mit Eisenschienen zu geben.

Bewegende Kräfte zur Wasserschöpfung.

Sowohl für diesen Zweck als für jeden anderen, der darauf ausgeht, aus großen Tiefen wiegende Substanzen empor zu heben, bedient man sich derselben Kräfte, nämlich des Gewichts des Wassers, des Stoßes des Windes, der Zugkraft der Menschen oder Thiere und endlich der Spannkraft der Dämpfe.

Was die Menschen leisten, ist im Allgemeinen für diesen Gegenstand nichts Besonderes, um aus tiefen Gruben Wasser auszupumpen, wird man

sich schwerlich der Tagelöhner bedienen. Ein Pferd leistet 8 Mal so viel und kostet keinesweges mehr als ein Tagelöhner. Die gewöhnlichste Art der Anwendung thierischer Kräfte ist die an einem sogenannten Pferdegöpel, welchen wir bereits Seite 464 beschrieben haben, und in einem Tretrade, worin das Thier nicht durch Zug, sondern durch sein Gewicht wirkt. Um dieses letztere zu bewerkstelligen, nimmt man ein sehr großes Rad von wohl 40 Fuß Durchmesser, macht dasselbe so breit, daß ein Pferd oder ein Ochse bequem innerhalb desselben gehen kann, doch wiederum so schmal, daß das Thier außer Stande ist, sich umzukehren, wenn also ihm einmal der Eintritt durch eine Seitenthür gegeben und ihm die Richtung angewiesen ist, in welcher es schreiten soll, so wird es zu diesem Fortschreiten gewissermaßen gezwungen, denn sowie es geht, senkt sich unter ihm der Boden, und sowie dieser Boden sich senkt, muß es nothwendiger Weise vorwärts schreiten, wenn es nicht auf den Kopf zu stehen kommen will.

An der Axe dieses Rades, welches sich nur sehr langsam umdreht, befindet sich ein Zahnrad, welches in ein anderes viel kleineres eingreift, so daß die Zahl der Umdrehungen des kleinen Rades auf eine beliebige Weise geregelt wird. Verhalten sich die beiden in einander greifenden Räder (nicht dasjenige, worin das Pferd läuft, sondern das Zahnrad) zu einander wie 10 zu 1, so wird das kleinere sich 10 Mal umdrehen, während das größere sich nur einmal um seine Axe bewegt. Braucht das Pferd zur einmaligen Durchschreitung der ganzen Peripherie seines Tretrades 3½ Minute, dreht sich also das an der Axe des Tretrades befindliche große Zahnrad in derselben Zeit einmal um, so wird das kleinere davon ergriffene Rad sich in derselben Zeit 10 Mal, oder es wird, was gleichviel ist, sich in 20 Sekunden einmal um seine Axe drehen. An diesem kleinen Rade wird sich nun ein Krummzapfen, möglicher Weise werden sich auch zwei daran befinden und es wird hierdurch das unmittelbar daran befestigte Gestänge alle 10 Sekunden hin und nach abermals 10 Sekunden zurückgeschoben werden. Es ist begreiflich, daß jedes beliebige Verhältniß auf diese Art erreicht werden kann, man vermag die Bewegung langsamer und schneller zu machen, ganz nach Erforderniß und Bedürfniß des Bergwerks, nicht nur dadurch, daß man das Pferd oder das Rind zu schnellerem Schreiten antreibt, sondern hauptsächlich dadurch, daß man das Verhältniß der beiden Räder darnach einrichtet.

Die häufiger gebräuchlichen Beweger solcher Kräfte sind die [illegible] räder. Leider hat man vor allen Dingen darauf zu sehen, daß es [illegible] [illegible] nicht fehle, die Anlage darf demnach nicht an [illegible] gemacht werden, das zur Zeit der Regen [illegible] einmal im Sommer [illegible], ein andres Mal bei starken [illegible]

nicht zu bewältigenden Ueberschuß liefert; sondern es ist nothwendig, daß man solche Bäche aufsucht, welche durch Quellen gespeist werden, deren Ergiebigkeit zwar auch durch die Tagewasser bedingt wird, doch keineswegs so von denselben abhängig ist, daß seine Wassermenge in störender Weise wechselt.

Die Räder können oberschlägtig oder unterschlägtig sein, dies ist ganz gleichgültig und hängt lediglich von der Wassermenge ab, über welche man zu gebieten hat. Wenn die Wassermenge nur mäßig ist, man aber einen beträchtlichen Fall hat, so nimmt man oberschlägtige Räder, bei denen das Wasser in die an dem Umkreise des Rades angebrachten Kammern fällt, wodurch das Gewicht des Rades auf einer Seite beträchtlich größer wird, als es auf der anderen Seite, wo keine Füllung eintreten kann, bleibt. Gesetzt, das Rad habe 40 Fuß Durchmesser und es habe 250 Kasten an seinem Umkreise, welche zwar nur 6 Zoll breit, aber mehr als 2 Fuß lang und 1 Fuß tief sind, so wird bei vollständiger Füllung der einen Hälfte eine Last von 125 Kubikfuß, d. h. von etwas mehr als 60 Centnern wirksam sein. Diese 60 Centner wirken aber bei weitem mehr als ihr Gewicht besagt, sie wirken nämlich an einem 20 Fuß langen Hebelarm. Ist das Rad, durch welches die Bewegung fortgepflanzt werden soll und welches an der Hauptaxe des großen Rades sitzt, nur von einem Durchmesser von 5 Fuß, so ist der Unterschied zwischen dem Durchmesser des kleinen und des großen Rades wie 5 zu 40, d. h. wie 1 zu 8. Die 60 Centner an der Peripherie haben also an dem kleineren Rade derselben Axe, die das große Rad trägt, eine Wirkung von 480 Centnern.

Von dieser Zahl muß allerdings viel abgerechnet werden, die volle Hebelkraft der 20 Fuß langen Arme des Wasserrades gegen die 2½ Fuß langen Arme des kleinen Rades findet nur statt an dem Punkte, wo diese Hebelarme horizontal stehen. Die volle Wirkung hat demnach in jedem Augenblicke nur ein einziger Arm, aber die benachbarten weiter auf- und abwärts haben doch wenigstens nahezu dieselbe Wirkung, wenn schon nicht ganz, je weiter hinauf bis zum Scheitelpunkte des Rades man kommt, desto geringer wird die Wirkung, bis sie ganz oben gleich Null ist, indem dort kein Seitendruck stattfindet, sondern nur ein senkrechter Druck auf die Axe des Rades. Je weiter nach unten, desto mehr findet dasselbe statt und zwar aus zwei verschiedenen Gründen, erstens wegen der immer größeren Verkürzung der Hebelarme, zweitens wegen der immer weiter schreitenden Ausleerung des Wasserkastens, welcher schließlich dahin gelangt, daß gar kein Wasser mehr darin ist, indem die sich umkehrenden Schaufeln auf der Hinterseite des Rades leer emporsteigen müssen, wenn überhaupt eine Wirkung stattfinden soll, denn gerade auf diesem leeren Emporgehen beruht

die Wirkung des Rades, welche in den Gewichtsunterschieden der beiden Seiten ihren Grund hat.

Aber dieses alles mit in Rechnung gezogen, kann man doch sagen, daß wenigstens die Hälfte der oben angegebenen Kraft als wirklich wirksam übrig bleibt, man also in dem angegebenen Falle mit 240 Centnern Gewicht oder Kraft arbeiten würde. Natürlich stellt sich das Verhältniß anders, je nachdem der Durchmesser des Rades größer oder kleiner ist, die Kasten anders gestaltet sind, der Zufluß von Wasser größer oder geringer ist, denn sehr viel kommt darauf an, daß die Wasserkasten mit genügender Schnelligkeit gefüllt werden 2c.

Die Wirkung der unterschlägtigen Räder unterliegt anderen Bedingungen und hat man genügend Wasser, so sind diese Räder bei weitem vortheilhafter als die oberschlägtigen, da jederzeit die ganze Kraft auf die Hebel, d. h. auf Radien des Wasserrades an ihrer vortheilhaftesten Stelle wirkt.

Der unterste Theil des Radkranzes steht in einem Gerinne, welches denselben auf drei Seiten umschließt und welches unten, unterhalb der Schaufeln und von beiden Seiten neben den Wänden der Schaufeln so eng ist, sich dem Rade so sehr nähert als irgend möglich, ohne daß die Bewegung des Rades dadurch gehemmt wird, ohne daß ein Streifen und eine dadurch hervorgebrachte Reibung eintreten kann. Bei unterschlägtigen Wasserrädern muß die Masse des Wassers beträchtlich größer sein als bei oberschlägtigen, auch muß ein starker Fall derselben eine genügende Beschleunigung, eine große Raschheit in seiner Bewegung geben, hat man dieses erlangt, so wirkt nunmehr das Wasser in dem Gerinne strömend, durch seinen Stoß auf die Schaufeln des Rades, es ist daher nicht zweckmäßig, daß dieselben an der inneren Seite offen seien, es wäre denn, daß man nicht ein Bächlein, sondern einen Strom als bewegende Kraft hätte, in welchem Falle allerdings die Schaufeln offen sein dürfen, ganz einfach aus Brettern bestehend, die von einem Radkranz zum andern reichen, aber solche Räder haben dann auch mehr als Klafterbreite und über dergleichen Wassermassen sowohl als Räumlichkeiten für dieselben kann man in der Regel innerhalb eines Bergwerks nicht gebieten. Den Unterschied und den Vortheil der unterschlägtigen über die oberschlägtigen Räder findet man indessen sogleich heraus, wenn man nur daran denken will, daß der Stoß des Wassers gleichzeitig nur auf zwei, höchstens drei Schaufeln wirkt, welche sämmtlich so gut wie vollkommen senkrecht unter dem Aufhängungspunkt des Rades liegen, daher der ganze Stoß des Wassers gegen die ganze Länge des Hebels in Wirkung ist.

Von den Turbinen haben wir bereits andeutungsweise Einiges gesagt,

es wird hier genügen zu bemerken, daß sie einen großen Nutzeffekt gewähren, wenn man über Wasser von hohem Fall und reichlicher Ausgiebigkeit zu gebieten hat, ist dieses aber nicht der Voraussetzung gemäß, so sind sie keinesweges so vortheilhaft, als man glauben möchte, indem die Turbine nur durch Rückwirkung Kraft hergiebt, also eine ungeheure Wassermenge ungenutzt verloren geht, deren Stoß beträchtlich mehr leisten würde, als ihr Rückstoß leisten kann, doch unterliegt keinem Zweifel, daß unter günstigen Voraussetzungen Turbinen in einem hohen Grade wirksam sein können und zwar um so mehr, als sie zu ihrer Kraftäußerung nur eines beschränkten Raumes bedürfen, mit einer Turbine von 4 Fuß Durchmesser kann man schon sehr bedeutende Effekte erzielen. Zwar hat der Verfasser an den wasserreichen Bächen von Steyermark hunderte von Sägemühlen und Hammerwerken gesehen, bei denen der Raddurchmesser nicht mehr als 2 Fuß beträgt und die Länge des Rades auch nicht um ein Beträchtliches, wenigstens sicher nicht um mehr als die Hälfte größer war, aber diese kleinen Räder, welche man dort Quirl nennt und welche die schwere Blocksäge in je 2 Sekunden 3 Mal hoben und niederzogen, so daß ein 30 Fuß langer Balken binnen 2 Minuten durchschnitten war, wurden von einer Wassermasse getrieben, deren Stoß so heftig war, daß ein über dem Gerinne hängendes Centnergewicht um 30 Grad von der senkrechten abgelenkt wurde.

Ein dem Bergbau vorzugsweise eignes Getriebe ist das sogenannte Wassersäulenwerk. Dasselbe ist ganz vorzugsweise bei sehr tiefen Schachten anwendbar, vorausgesetzt, daß man oben auf der Höhe, auf der Mündung des Schachtes fließendes Wasser habe. Es giebt Bergwerke, welche mehrere tausend Fuß tief sind und welche in der Mitte ihrer Tiefe Stollen haben, die zu Tage gehen und auf denen man das Wasser sehr wohl entfernen könnte, was sich unten in der größeren Tiefe ansammelt, es fragt sich nur, wie soll man in 2000 Fuß Tiefe das Wasser durch Pumpen heben, da schon das Gestänge für 1000 Fuß so große Schwierigkeiten macht, so große Kunst in der Zusammensetzung, so große Sorgfalt in der Ausführung fordert.

Die Wassersäulenmaschinen lösen dieses Räthsel, indem sie gestatten, die Länge des Gestänges so weit abzuschneiden, als der Stollen unter dem Tage liegt, was ja viel mehr als die Hälfte des Weges betragen kann. Bei der Wassersäulenmaschine ist ein Gestänge nur unter dem Stollen nöthig, bei einer Mühle oder einem Dampfapparat müßte das Gestänge von Tage aus, wo diese bewegenden Kräfte wirken, bis ganz hinunter gehen.

Um die Wassersäulenmaschine zu verstehen, muß man sich den Umstand vergegenwärtigen, daß das Wasser drückt, belastend, bewegend wirkt, nicht

nach seinem Gewichte, sondern nach der Oberfläche, auf die es drückt und der Höhe des Wassers, welches darüber steht, wobei es ganz gleichgültig ist, wie viel Wasser darüber steht.

Wir haben bereits oben dieses angedeutet und wollen hier es in der Kürze wiederholen. Gesetzt, wir hätten einen verschlossenen blechernen Kasten, dessen Grundfläche einen Quadratfuß groß wäre, oben in diesem Kasten befände sich luftdicht eingekittet eine gewöhnliche Barometerröhre, eine Glasröhre von beliebige Länge und wir füllten diese Röhre mit Wasser an, so würde auf den Boden des Gefäßes ein Druck ausgeübt werden, welcher gleich wäre einem Gewichte von so und so viel halben Centnern, als das Wasser in der Barometerröhre Fuß hoch stände. Ein Kubikfuß Wasser wiegt einen halben Centner (etwas mehr, wir wollen jedoch der leichten Rechnung wegen das Obige als genau annehmen), haben wir also in dem Gefäß, dessen Grundfläche einen Quadratfuß mißt, auch nur ½ Pfund Wasser und in der Röhre darüber bei 10 Fuß Höhe nur noch ¼ Pfund Wasser, so wird dennoch auf die Grundfläche ein Druck von 5 Centnern ausgeübt werden und dieser Druck wird sich als wirkende Kraft deutlich zeigen, wenn man den Quadratfuß großen Boden verschiebbar macht.

Dies ist das Prinzip der Wassersäulenmaschinen. Man nimmt einen Cylinder von 2 Quadratfuß Querschnitt und einer beliebigen Länge als dasjenige Gefäß an, in welchem die Kraft hervorgebracht werden soll. In diesem Cylinder, welcher unten und oben geschlossen ist, befindet sich ein Stempel, der den Cylinder inwendig ausfüllt und dessen Stange durch eine Stopfbüchse im Deckel bewegt werden kann.

Der Stempel ist jetzt ganz oben, füllt man nunmehr durch ein dazu vorgerichtetes Rohr Wasser über den Stempel, so wird derselbe herabgedrückt werden und zwar mit einer Gewalt entsprechend der Höhe des Rohres, welches mit Wasser gefüllt über ihm steht. Der Stempel hat, wie vorausgesetzt, eine Fläche von 2 Quadratfuß, das Rohr darüber hat eine Höhe von einem Fuß, so wird die Kraft, mit welcher der Stempel abwärts getrieben wird, gleich einem Centnergewicht sein, hat das Rohr 2 Fuß Höhe, so wird die Kraft gleich zwei Centnern sein u. s. f., für jeden Fuß Höhe einen Centner mehr, weil die Oberfläche der Stempel zwei Quadratfuß mißt; würde sie nur einen Quadratfuß messen, so würde ein Fuß Wasserhöhe nur einen halben Centner bedeuten.

Man sieht sehr deutlich ein, daß bei dem gedachten Querschnitt 1000 Fuß Wasserhöhe der Kraft von 1000 Centnern entsprechen, man sieht auch, daß man dieses beliebig steigern kann, wenn man den Querschnitt des Cylinders

größer als 2 Quadratfuß macht, und man hat es ja in seiner Gewalt, diesen Querschnitt auf das Vierfache, Achtfache auszudehnen.

Die Wassersäulenmaschine wirkt nun in solcher Art, daß sie den Stempel in einem Cylinder beliebig hebt oder herabdrückt, denn falls der Zufluß des Wassers unter den Stempel geführt wird, so steigt derselbe ebenso wie er fallen würde, wenn das Wasser über dem Stempel einträte, eben so gut kann der Cylinder auch horizontal liegen und man kann das Wasser eintreten lassen, von wo man will, man kann es auch abwechselnd bald von der einen, bald von der anderen Seite in den Cylinder führen und man hat alsdann eine doppelt wirkende Wassersäulenkunst.

An den Kolben, derselbe möge liegen oder stehen, hängt man das Gestänge und an dieses Gestänge die unten in der Tiefe des Bergwerks stehende Pumpe, bei jedem Hub, der auch beliebig groß sein kann, wird aus allen Pumpen Wasser geschöpft und in die zur Fortleitung bestimmten Röhren gehoben bis dahin, wo dieselben sich in den Stollen ergießen.

Wir haben nur eine kleine Schwierigkeit noch zu überwinden. Wo lassen wir dasjenige Wasser, welches von der einen Seite unter den Stempel gebracht worden ist, um denselben nach dem entgegengesetzten Ende zu treiben?

Ein Hahn, welcher den Zufluß des Wassers unter dem Cylinder absperrt, wird wohl nöthig und wird wohl auch durch die Maschine selbst zu steuern sein, gerade wie dieses der Fall ist bei den Dampfmaschinen, ebenso wird man auch, nachdem der Zufluß unter dem Cylinder aufgehört hat, durch Oeffnung eines Hahnes Wasser über den Stempel bringen können, wodurch derselbe gezwungen wird, den einmal gemachten Weg innerhalb des Cylinders zurückzumachen, aber wo bleiben mit dem Wasser, was nun einmal unter dem Stempel sitzt?

Eine Oeffnung mit einem Ventil ist bald angebracht, das Wasser ergießt sich dann in den Schacht und wir werden das Vergnügen haben, dasselbe wieder herauszuheben, also eine Sysiphus-Arbeit.

Ohne Zweifel, wenn wir das Wasser aus dem Kolben in den Schacht laufen lassen, allein das haben wir ja nicht nöthig, wir können es ja in den Stollen laufen lassen, wohin wir auch das Wasser aus dem Bergwerk heben wollen, und dies ist nun das höchst Zweckmäßige und Vortheilhafte bei den Wassersäulenmaschinen, daß man sie stellen kann, wohin man will. Irgend wo unterhalb oder überhalb des Stollens, wenn die zu große Tiefe des Schachtes und das damit verbundene zu lange Gestänge es wünschenswerth macht, sogar 200 oder 400 Fuß unter dem Stollen, wenn wir nur noch über dem Stollen genug Höhe haben, um durch die darüber stehende Wassersäule ausreichende Kraft zu entwickeln.

Gesetzt, wir hätten über dem Stollen 1000 Fuß Höhe und das In-

strument, der Cylinder, stände 500 Fuß unter dem Stollen, so würde die Druckhöhe, welche auf den Cylinder wirkt, 1500 Fuß betragen, d. h. bei 2 Quadratfuß Querschnitt des Cylinders 1500 Centner. Derselbe Cylinder muß aber das Betriebswasser selbst wieder heben bis zu dem Stollen, der beträgt 500 Fuß, was gleich ist 500 Centnern, diese abgezogen von der Gesammtkraft, bleiben noch immer 1000 Centner Kraft übrig, um das Wasser aus dem Grunde des Bergwerks bis auf die Höhe des Stollens zu heben, man sieht, wie außerordentlich vortheilhaft eine solche Anlage ist, man sieht, wie höchst geringfügig die Betriebskosten sein werden, da sich durch den einmal geregelten Zufluß des Wassers alles von selbst macht, man sieht auch, daß die Anlage, wenn schon 1500 Fuß Wasserrohr dabei vorhanden, doch nur ein ganz Geringes kosten kann im Vergleich mit einer Dampfmaschine, die einen Hub von 1000 Centnern vielleicht in jeder halben Minute einmal ausüben soll, so ist zu verwundern, daß nicht überall, wo der Wasservorrath es gestattet, solche Wassersäulmaschinen vorzugsweise vor allen anderen angelegt werden.

Ueber Dampfmaschinen und das dazu Gehörige uns hier zu verbreiten, würde uns zu weit von dem Zweck eines technologisch-chemischen Lehrbuches abführen, daher wir diesen Artikel hier schließen wollen.

Die neuesten Erfahrungen über das Vorkommen des Nickels (Seite 14 dieses Bandes) wollen wir noch in Folgendem andeuten.

Die außerordentliche Masse von Nickel, welche in neuerer Zeit behufs der Neusilberfabrikation verbraucht wird, hat Veranlassung gegeben, das sonst für werthlos gehaltene aufzusuchen und so hat man denn die enormen Nickelablagerungen von Nord- und Südamerika zu benutzen angefangen. In Pensylvanien sind besonders die Bergwerke von der Grafschaft Lancaster (die Cap Mines) berühmt, sie liefern Schwefelnickel in so beträchtlicher Masse, daß man monatlich 200 Tons (1 Ton = 2000 Pfund) davon fördert und daß man vielleicht schon 100,000 Tons davon verkauft hat, die Minen sind aber so ungeheuer reich, daß sie mit Bequemlichkeit 1000 Tons monatlich liefern können. Es scheint, dieses pensylvanische Nickelerzlager sei das reichste der ganzen Erde.

Nachdem die Amerikaner uns klug gemacht haben, beginnen wir auch in Deutschland aufzusuchen, was etwa zu Nickel verarbeitet werden [illegible] wenigstens wirft man die Nickelerze nicht mehr auf die Halden. In [illegible] sind zwei neue Nickelerze gefunden worden, der Roettisit, welcher 40 Pr. Nickeloxydul umschließt und der Kanarit, welcher phosphorsaures [illegible] oxydul enthält.

Zu Holzappel im Herzogthum Nassau (ein kleines Städtchen von 760 Einwohnern unfern der Lahn mit einem Blei- und Silberbergwerke) wurde in dem erzeugten Bleistein Nickel gefunden. Diese Schmelzprodukte, welche gewonnen werden durch Verarbeitung der Erze auf Silber und Blei, enthalten Antimon und Kupfer in der bei weitem größeren Menge, aber sie enthalten doch auch 9 Prozent reinen Nickel, andere sogar 10 Prozent, und sind die Erze auffallend ärmer an Antimon gewesen, welches bis zu 58 Prozent darin vorkommt, so steigt der Nickelgehalt nicht selten bis auf 13 Prozent. Hierbei ist schon an eine Nickelgewinnung mit Vortheil zu denken und zwar um so mehr, als die bedeutende Quantität Antimon und 32 Prozent Kupfer keineswegs zu verachten sind.

Im Großherzogthum Hessen auf der Aurorahütte bei Gladenbach giebt es Erze, welche Schwefelkies, Kupferkies und Nickelkies führen und welche, nachdem sie wiederholt geröstet, zusammmengeschmolzen, wieder geröstet und wieder geschmolzen sind, einen sogenannten Stein geben, welcher 36 Prozent Nickel, 26 Prozent Kupfer, eben so viel Eisen, dann aber auch noch Kobalt und 11 Prozent Schwefel enthält. Wenn man diesen Stein nochmals schmilzt und das Gebläse stark darauf wirken läßt, so wird das Eisen größtentheils in die Schlacke geführt und dann steigt der Prozentgehalt an Nickel bis auf 60 und darüber. Dieser Stein wird nach Kassel verkauft und daselbst in einer bedeutenden Nickelfabrik entschwefelt.

Die berühmten Bergwerke von Joachimsthal liefern schon seit vielen Jahrhunderten sehr reiche Erze und unter diesen auch solche, die man früher gar nicht beachtete, nämlich vortreffliche Kobalt- und Nickelerze. Dieselben sind silberhaltig, enthalten im Centner 5 Mark Silber und wurden darum früher ganz ausschließlich auf Gewinnung des Silbers bearbeitet. Jetzt weiß man, daß das Nickelmetall etwas gleichfalls werthvolles ist und nun sucht man auch dieses zu gewinnen. Zu dem Behufe werden die Erze im Flammenofen unter Zuführung von reichlichen Wasserdämpfen geröstet, wobei man sich jedoch sehr hütet, die Temperatur zu hoch zu treiben.

Das geröstete Erz wird in hölzerne Bütten gebracht und mit verdünnter Schwefelsäure bei 40 Grad digerirt, wodurch der größte Theil des Nickels und Kobalts aufgelöst wird.

Der Ueberbleibsel von dieser Lösung wird nun mit verdünnter Salpetersäure behandelt, um auch das Silber zu gewinnen. Hier wird aber der Rest von Nickel, welcher durch die Schwefelsäure nicht gelöst wurde, noch mit aufgenommen, was jedoch dem Silber keinen Eintrag thut, indem man dieses durch Kochsalz niederschlägt und es als Chlorsilber auswäscht und durch Eisen reducirt.

Die von Silber befreite Mutterlauge enthält nun noch Nickel und

Kobalt, aber stark mit Arsensäure verunreinigt. Die Flüssigkeit wird nun mit Eisenchlorid versetzt, wodurch die Arsensäure sich mit dem Eisen verbindet zu basisch-arsensaurem Eisenoxyd, welches durch zugesetzten fein gepulverten Kalk ausgeschieden werden kann.

Jetzt hat man in der Lösung nur noch Nickel und Kobalt, welcher letztere durch Chlorkalk als Oxyd ausgeschieden werden kann. In der Mutterlauge bleibt nun noch Nickel, welches Metall man durch Kalkmilch niederschlägt.

Gepreßt und getrocknet wird dieses Nickeloxydulhydrat mit kohlenstoffhaltigen Substanzen, am Einfachsten mit Kornmehl und dem Abgang aus der Runkelrübenzuckerfabrikation, mit Melasse zu einem Teig zusammengeknetet, dann in Würfel geschnitten, getrocknet, in Kohlenpulver verpackt und bei heftiger Weißglühhitze reducirt.

Die reichliche Menge Kohlenstoff nimmt den Sauerstoff des Oxydes auf und die Masse sintert zusammen, während die Würfelform beibehalten wird, diese Würfel sind zwar sehr unrein, denn sie enthalten Eisen, Schwefel, Kieselerde, aber doch zwischen 86 und 87 Prozent Nickel und 12 Prozent Kobalt.

Ueber die Nickellegirungen werden vielfältig neue Versuche kund, eine solche von Fontenay angegebene soll das Silber beinahe in allen Fällen ersetzen können; sie besteht aus 20 Theilen reinem Silber, 30 Theilen Nickel und 50 Theilen Kupfer. Noch besser, wenn man 45 Theile Silber, 45 Theile Nickel und 9 Theile Kupfer nimmt.

Unzweifelhaft muß Herrn Fontenay in diesem Punkte Recht gegeben werden. Gewiß wird die Legirung um so mehr silberähnlich, je mehr Silber man zusetzt, und der Verfasser glaubt als das schönste Verhältniß angeben zu dürfen eine Verbindung von 99 Theilen Silber mit 1 Theil Kupfer. Ob aber der Verfertiger von Neusilberwaaren es seinem Vortheil angemessen finden dürfte, so theure Legirungen als Nachahmungen des Silbers zu verkaufen und ob, im Falle er es thun wollte, das Publikum geneigt sein würde, diese Legirung theurer zu bezahlen, als ächtes Silber, ist mindestens sehr zweifelhaft. Sobald eine Legirung 20 bis 50 Prozent des ächten Metalles (desjenigen, was man nachahmen will) enthält, so wird der Preis dadurch so hoch, daß weder der Fabrikant noch das Publikum einigen Vortheil hierbei finden kann. Haben ja doch die gewöhnlichen Neusilberwaaren lediglich darum eine schlechte Farbe, weil die Fabrikanten behaupten, nicht so viel Nickel zusetzen zu können, als zur schöneren Farbe erforderlich ist, wenn sie mit Vortheil arbeiten wollen, und dieser Zusatz beträgt bei weitem noch nicht 20 Prozent und dieses Nickelmetall kostet im Pfund nicht viel mehr als das Silber im Loth.

Register zum siebenten Bande.

A.

B.

M.

N.

O.

P.

Druck von G. Bernstein in Berlin.